

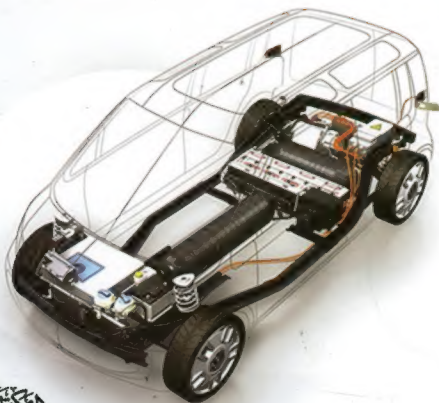
هندسة السيارات

المهندس

محمد نور الصبح

المهندس

هشام محمد المجفت



هندسة السيارات

هندسة السيارات

تأليف

المهندس

محمد نور الصبيح

المهندس

هشام محمد المجفت

الطبعة الأولى

2014م - 1435هـ

مكتبة الحرم
للطباعة والنشر والتوزيع

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2012/11/4184)

629.2

المجفت، هشام محمد

هندسة السيارات/ هشام محمد المجفت، محمد نور الصباح

الشريفين. - عمان: مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع، 2012

() ص

ر.ا.: 2012/11/4184

الواصفات: /المركبات//مكونات المركبات/

- أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية.
- يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

جميع حقوق الطبع محفوظة

لا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو أي جزء منه أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات أو نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي مسبق من الناشر

عمان - الأردن

All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means without prior permission in writing of the publisher.

الطبعة العربية الأولى

2014م - 1435هـ



مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

عمان - وسط البلد - ش. السلط - مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن

عمان - ش. الملكة رانيا العبد الله - مقابل كلية الزراعة -

مجمع زهدي حصوة التجاري

www: muj-arabi-pub.com

Email: Moj_pub@hotmail.com

ISBN 978-9957-83-218-6 (ردمك)

الإهداء

إلى القلوب التي تنير الدروب
إلى كل القلوب التي تلهث بالدعاء لغيرها
إلى كل أم ساهمت بإضاءة درب أبنائها
إلى روح أمي

المؤلفان

المحتويات

الصفحة

الموضوع

13 المقدمة
----	---------------

الوحدة الأولى

تصنيف محركات الاحتراق الداخلي ونظرية عملها

17	..... 1. تصنيف محركات الاحتراق الداخلي
25	..... 2. الدوران النظرية لمحركات الاحتراق الداخلي
26	..... 3. الدوران الفعلية لمحركات الاحتراق الداخلي
32	..... 4. مقارنة بين أنواع المحركات المختلفة
37	..... 5. أسئلة الوحدة الأولى

الوحدة الثانية

محركات الاحتراق الداخلي (التراكيب والوظيفة)

42	..... 1. رأس المحرك
44	..... 2. جسم المحرك
46	..... 3. مجموعة المكبس وذراع التوصيل
53	..... 4. عمود الترفق والحدافة
56	..... 5. عمود الطاقات
58	..... 6. الصمامات وتوابعها
65	..... 7. أسئلة الوحدة

الوحدة الثالثة

أنظمة نقل الحركة

69	..... 1. مكونات ناقل الحركة في الدفع الخلفي
69	..... 2. مكونات ناقل الحركة في الدفع الأمامي

الموضوع	الصفحة
---------	--------

3. القابض.....	70
4. نظرية عمل القابض.....	71
5. حساب القدرة المنقولة من القابض.....	77
6. المقاومات الخارجية التي تتعرض لها المركبات.....	93
7. اسئلة الوحدة الثالثة.....	101

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات العادي

1. الغرض من صندوق السرعات.....	105
2. صندوق التروس ذو التعشيق الانزلاقي.....	106
3. صندوق التروس ذو التعشيق التزامني.....	109
4. جهاز التزامن.....	110
5. السرعات المختلفة لصندوق التروس التزامني ذوي الاربع وخمس سرعات.....	112
6. حساب نسب النقل الصندوق التروس.....	115
7. المجسات والمفاتيح التي تركب على غلاف نقل الحركة في الدفع الأمامي.....	120
8. اسئلة الوحدة الرابعة.....	123

الوحدة الخامسة

صندوق التروس الفلكي

1. التعريف بصندوق التروس الفلكي.....	127
2. السرعات في صندوق التروس الفلكي.....	128
3. اسئلة الوحدة الخامسة.....	135

الوحدة السادسة

صندوق التروس الآلي

1. الهدف من صندوق التروس الآلي..... 139
2. أجزاء محمول العزم الرئيسية ونظرية عملها..... 140
3. الوسيط السائل الهيدروليكي..... 145
4. مكونات صندوق التروس الآلي..... 146
5. النظام الهيدروليكي لتشغيل القوابض الاحتكاكية السيرنو..... 150
6. لوحة البيان لتوضيح رموز الغيارات..... 153
7. السرعات لصندوق التروس الآلي..... 156
8. اسئلة الوحدة السادسة..... 159

الوحدة السابعة

وصلات نقل الحركة

1. الهدف من وصلات نقل الحركة وأنواعها..... 163
2. وصلات نقل الحركة الهيدروليكية..... 166
3. تصميم عمود الإدارة..... 167
4. زاوية خط النقل في أعمدة نقل الحركة..... 169
5. نقل الحركة بالدفع الأمامي..... 170
6. اسئلة الوحدة الخامسة..... 175

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرعية والمحاور الخلفية

1. مجموعة المسننات الفرعية وأنواعها..... 179
2. مجموعة المسننات التفاضلية (النقل النهائي)..... 182
3. طريقة عمل مجموعة النقل النهائي..... 187

- 192 4. أنواع التشيقات بين البنيون والكرونا.
- 202 5. الأعمدة النصفية (محاور العجلات).
- 209 7. اسئلة الوحدة الثامنة.

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المحركات

- 213 1. الهدف من نظام التعليق في المركبة.
- 213 2. أنواع انظمة التعليق.
- 213 3. التعليق الأمامي.
- 217 4. التعليق الخلفي.
- 219 5. نظام تعليق فاكفرسون.
- 220 6. التعليق الهيدروليكي.
- 230 7. نظام التعليق الالكتروني.
- 231 8. نظام التعليق الهوائي.
- 235 9. اجزاء نظام التعليق الالكتروني.
- 239 10. مدخلات ناقل الحركة.

الوحدة العاشرة

نظام القيادة

- 271 1. تركيب نظام القيادة.
- 272 2. مجموعة القيادة الميكانيكية.
- 273 3. اجزاء نظام القيادة.
- 277 4. طريقة عمل نظام القيادة الميكانيكية ومزاياه.
- 278 5. المضخة الهيدروليكية.
- 280 6. طريقة عمل نظام القيادة الهيدروليكية.

284	7. نظام التوجيه الرباعي.....
287	8. هندسة العجلات الأمامية.....
295	9. نظام التوجيه باستخدام الهواء.....
297	7. اسئلة الوحدة العاشرة.....

الوحدة الحادية عشر

العجلات والاطارات

301	1. انواع الاطراق.....
306	2. العوامل التي تعتمد عليها عمر الاطار.....
309	4. مميزات الاطارات الحزامية وعيوبها.....
310	5. مواصفات الاطار وقياساتها.....
315	6. اسئلة الوحدة الحادية عشر.....

الوحدة الثانية عشر

الفرامل

319	1. الهدف من الفرامل وتصنيفها.....
320	2. انواع مضخات الفرامل الرئيسية.....
333	3. المضخة الفرعية (مضخة العجل).....
351	4. حسابات الفرامل.....
357	5. اسئلة الوحدة الثانية عشر.....

الوحدة الثالثة عشر

الكبح المانع للإقفال ABS

361	1. منظومة الكبح المانع للإقفال ABS.....
362	2. مبدأ عمل المنظومة ومكوناتها.....
367	3. التشويش في انشؤ السيطرة المغلقة.....

369	4. منظومة القنوات الثلاث والفنانين الواحدة.....
373	5. الوصف العام للمنظومة.....
375	6. انماط عمل فرامل ABS.....
378	7. تشغيل مضخة الفرامل.....
383	8. ارتفاع ضغط الفرامل.....
385	9. أسئلة الوحدة الثالثة عشر.....

المقدمة

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على خير من ارسل للناس اجمعين
محمد صلى الله عليه وسلم وعلى آله وصحبه اجمعين ومن تبعه باحسان الى يوم
الدين وبعد:

فهذا عزيزي القارئ كتاب هندسة السيارات نضعه بين يديكم ونرجو يلقى
القبول والرضا ونأمل أن يؤدي الحزمة التي نور تقديمها الى طلابنا والقراء الأعزاء.

وتلبية لاحتياجات طلبتنا لكتاب يوضح لهم علم هندسة السيارات ولد ثغرة
في مكتبتنا العربية العلمية ومساهمة فنادفع عجلة التعريب الى الامام ووفاء لأبناء
امتنا الناطقة بالعربية كان هذا الكتاب.

يقدم هذا الكتاب وصفاً أساسياً للمحرك من حيث نظرية عمله النظرية
والعملية وأجزاء المحرك وكذلك وصفاً أساسياً لنقل الحركة وأجزاءها مثل
القابض، صندوق التروس، التروس الفرعية والتفاضلية، المحاور، العجلات، الضامل،
ونظام التوجيه.

ورد في هذا الكتاب ثلاثة عشر وحدة مختلفة حيث تستهدف الوحدة الاولى
نظرية عمل محركات الاحتراق الداخلي والمقارنة بين انواعها، والوحدة الثانية
استهدفت أجزاء المحرك ووظائفه وطريقة تركيبه.

أما الوحدة الثالثة بيّنت القابض وأجزاءه والمقاومات التي تواجه السيارة.

والوحدة الرابعة تناولت صندوق السرعة العادي وأجزاءه، أما الوحدة
الخامسة تناولت صندوق التروس الفلكي وأجزاءه، أما السادسة بينت أجزاء
صندوق التروس الألي وعمله، والوحدة السابعة تناولت وصلات نقل الحركة.

الوحدة الثامنة تناولت مجموعة التروس الفلكية وأجزاءها والهدف منها وتناولت المحاور الخلفية وأنواعها والهدف منها .

أما الوحدة التاسعة تستهدف نظام التعليق وأنواعها وطريقة عملها وأعطائها، أما الوحدة العاشرة فكانت عن نظام التوجيه وأجزاءه وأنواعه وطرق عمله، وهندسة العجلات وأهميتها وطرق عيارها .

أما الوحدة الحادية عشر فهي عن ما يتعلق بالإطارات وأنواعها وكذلك العجلات وطريقة تصلبها .

أما الوحدة الثانية عشر تضمنت نظام الفرامل وأجزاءها وأنواعها، أخيراً بينت الوحدة الثالثة عشر تضمن نظام الكبح المانعة للإغلاق وأجزاءها وطرق عملها .

وأخيراً نأمل ان يقدم لهذا الجهد المتواضع الغاية المنشودة منه أمليين الابقاء بالمطلوب ونطلب من الله التوفيق من القارئ النقد البناء لتحسين الطبع التالية من الكتاب .

والله ولي التوفيق

المؤلفان

الوحدة الأولى

تصنيف محركات الاحتراق
الداخلي ونظريات عملها

الوحدة الأولى

تصنيف محركات الاحتراق الداخلي ونظريات عملها

1-1 تصنيف محركات الاحتراق الداخلي

تصنف محركات الاحتراق الداخلي حسب الأسس والمفاهيم التالية :

(1 حسب الغرض منها (العمل):

- أ. محركات ثابتة وتصنع بأحجام مختلفة وتستعمل في محطات القوى الكهربائية وفي إدارة المضخات في وحدات الضخ الزراعية.
- ب. محركات متنقلة وتستعمل في المركبات والطائرات والسفن وغيرها.

(2 نوع الوقود المستخدم في تشغيلها:

- أ. محركات تستعمل الوقود الخفيف سهل التطاير والذي يتبخربين (40 - 100) درجة مئوية مثل البنزين والديزل والكحول ومخاليطها وهذا النوع من الوقود يختلط بسهولة مع الهواء في أثناء شوط السحب ويشتعل بواسطة الشرارة الكهربائية ويستخدم في محركات اوتو (البنزين).
- ب. محركات تستعمل الوقود الثقيل الصعب التطاير، الذي يتبخرب في درجة حراره ما بين (200 - 400) درجة مئوية والذي يتطلب حقنة في هواء الشحنة بعد رفع درجة حرارته بالضغط ليشتعل تلقا ئيا دون شراره كهربائية ويستخدم هذا النوع من الوقود في محركات الديزل.
- ج. محركات تستعمل نوعين من الوقود حيث يستخدم الفاز كوقود أساسي، ويستعمل فيها الوقود السائل لبدء التشغيل فقط.
- د. محركات تستخدم أنواع مختلفة من الوقود، (البنزين، الكاز، الديزل).

(3) حسب تحويلات الطاقة الحرارية.

- أ. محركات احتراق داخلي ترددية، حيث يتم احتراق الخليط فيها وتحول الطاقة الحرارية إلى ميكانيكية داخل الاسطوانة.
- ب. التوربينات الغازية، حيث يحترق الوقود في غرف احتراق خاصة، وتحول الطاقة الحرارية الناتجة عن احتراق الغاز الى عمل ميكانيكي بواسطة زعانف التوربين (محركات توربينية).
- ج. محركات مختلطة: في هذه المحركات يحترق الوقود في محرك ترددي وتحول الطاقة الحرارية جزئيا في اسطوانة المحرك والجزء المتبقي بواسطة زعانف التوربين.

(4) تجهيز خليط الوقود (الشحنة).

- أ. محركات يتم فيها تجهيز الشحنة خارج اسطوانات المحرك، في المغذي. اومجاري السحب، كما في محركات البنزين.
- ب. محركات يتم تجهيز الشحنة وحرقتها داخل اسطوانات المحرك (محركات الديزل).

(5) حسب طريقة الاشتعال

- أ. محركات احتراق داخلي يتم اشتعال الشحنة بداخلها بواسطة شرارة كهربائية (محركات البنزين).
- ب. محركات احتراق داخلي يتم اشتعال الشحنة بداخلها بواسطة الضغط (محركات الديزل).
- ج. محركات احتراق داخلي يتم فيها اشتعال الوقود الغازي بتسخين نسبة صغيرة من وقود الديزل حتى درجة الاشتعال الذاتي بواسطة الانضغاط.

(6) حسب وضع المحرك في المركبة:



1. محرك أمامي



ب. محرك سفلي



ج. محرك خلفي

(7) حسب ترتيب اسطوانات المحرك والشكل الخارجي.

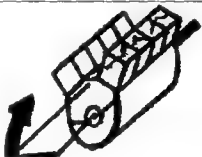
1. محركات ترتيب الأسطوانات فيها على خط أفقي مستقيم، كما هو موضح في الشكل (1-1) وعادة ما تكون هذه المحركات رباعية الأسواط.

ترتيب الإشعال	عدد الأسطوانات	
1 3 4 2	4	
1 2 4 3	5	
1 5 3 6 2 4 1 2 4 6 3 5 1 4 5 6 3 2 1 4 2 6 3 5	6	
1 6 2 5 8 3 7 4 1 3 6 8 4 2 7 5 1 4 7 3 8 5 2 6 1 3 2 5 8 6 7 4	8	

الشكل (1-1) الأسطوانات على خط أفقي واحد

ب. محركات احتراق على شكل حرف (V) رباعية الاشواط يوضح الشكل (2-1) هذا النوع من المحركات مع بيان عدد الاسطوانات المحتملة ونظام الاشتعال فيه.


ترتيب الإشعال	عدد الأسطوانات
1 3 4 2	4
1 4 2 5 3 6	6
1 8 2 7 4 5 3 6 1 6 3 5 4 7 2 8 1 5 4 8 6 3 7 2 1 8 3 6 4 5 2 7	8



الشكل (2-1) محرك على شكل حرف (V)

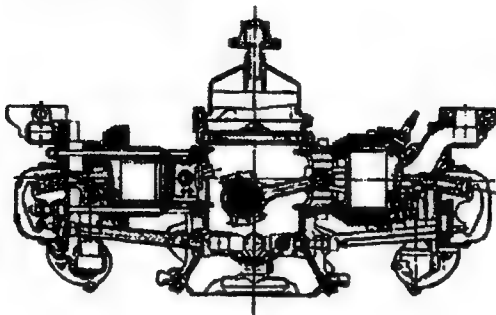
ج. محركات احتراق داخلي ذات اسطوانات متقابلة يوضح الشكل (3-1) محرك ذو اسطوانات متقابلة رباعي الاشواط و يبين ايضا عدد الاسطوانات المحتملة وترتيب الأشعال فيها.

ترتيب الإشعال	عدد الأسطوانات
1 2 3 4	4
1 4 3 2	4
1 8 2 4 3 5	6



الشكل (3-1) محرك ذو اسطوانات متقابلة رباعي الاشواط

ويبين الشكل (4-1) مقطعا في محرك احتراق داخلي باسطوانات متقابلة رباعي الدورة و تبرد بالهواء.



الشكل (1-4) محرك باسطوانات متقابلة، يبرد بالهواء

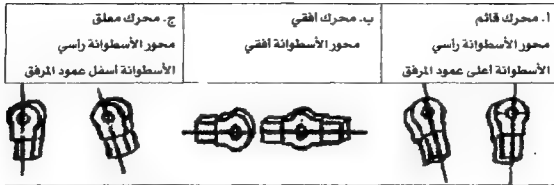
د. محركات احتراق داخلي نجمية (نصف قطرية) وتوجد بنوعين هما:
محركات رباعية الاشواط ويكون عدد الاسطوانات فيها فرديا وثنائية الاشواط
ويكون عدد الاسطوانات فيها زوجيا. ويوضح الشكل (1-5) هذا النوع من
المحركات.

ترتيب الإشعال	عدد الأسطوانات	
1 3 5 2 4	5	
1 3 5 7 2 4 6	7	
1 3 5 7 9 2 4 6 8	9	
1 2 3 4 5 6	6	

الشكل (1-5) محرك نجمي

(8) حسب وضع محاور الاسطوانات:

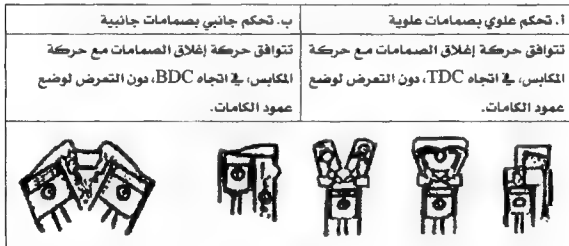
وتقع هذه المحركات في ثلاثة أنواع كما هو موضح في الشكل (1-6).



الشكل (1-6) التصنيف حسب وضع محاور الأسطوانات

(9) حسب التحكم بعمل الصمامات

يوضح الشكل (1-7) تصنيف المحركات حسب التحكم بعمل صماماتها



الشكل (1-7) التحكم بعمل الصمامات

(10) حسب طريقة التبريد وتقسّم الى:

أ. محركات يتم تبريدها بالماء.

ب. محركات ذات تبريد هوائي.

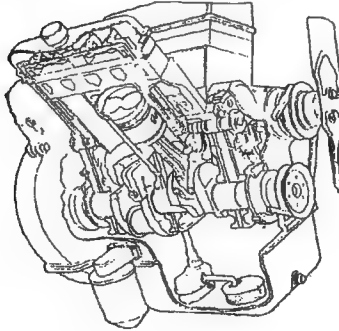
11) حسب طريقة اشعال المزيج (الضحنة)

- ا. محركات اشعال بالشرارة (البنزين).
- ب. محركات إشعال بالضغط (ديزل).
- ج. محركات احتراق يتم اشعال الوقود الغازي فيها بتسخين نسبة صغيرة من وقود الديزل حتى درجة الاشتعال الذاتي بواسطة الانضغاط.

12) حسب دورات المحرك الفعلية:

وتقسم إلى:

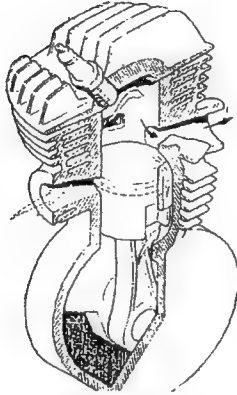
- ا. محركات ترددية رباعية الدورة والاشواط ذات سحب طبيعي واخرى ذات سحب قصري (تحت الضغط).
- ويوضح الشكل (1-8) هذا النوع من المحركات.



الشكل (1-8) محرك رباعي الدورة على شكل حرف (V) تبريد مائي

ب. محرك ثنائي الدورة والاشواط.

ويوضح الشكل (1 - 9) احد المحركات ثنائية الدورة.



الشكل (1 - 9) محركات ثنائية الدورة بأسطوانة واحدة

13) حسب طريقة التحكم في المزيج تحت الحمل في أثناء عمل المحرك:

أ. محركات ذات تحكم نوعي:

حيث تتغير نسبة الوقود الى الهواء فيها تبعا لتغير الحمل على المحرك.

ب. محركات ذات تحكم كمي:

حيث تبقى نسبة الوقود الى الهواء فيها ثابتة، ولكن تتغير كمية المزيج فقط.

ج. محركات ذات تحكم مختلط (نوعي - كمي):

حيث تتغير فيها كمية المزيج وتركيبته بتغير الحمل فقط.

1-2 الدورات النظرية لعمل محركات الاحتراق الداخلي:

لتحليل ودراسة دورات عمل محركات الاحتراق النظرية نأخذ بعين الاعتبار الفرضيات التالية:

1. ثبات كمية الخليط او الهواء داخل اسطوانة المحرك، خلال الدورة النظرية.

يجب ان يتم التخلص من عوادم الاحتراق (الغازات) في الدورات الفعلية للمحرك، الناتجة عن ما سبقها من دورات ليتم سحب خليط جديد من الهواء والوقود إلى الاسطوانة وحتى يتم ذلك فالمحرك سيبدل شغل محدد، وهذا الشغل لا يوجد في دورات المحرك النظرية.

2. يتم اكساب الحرارة للدورات المحرك النظرية من مصدر خارجي وفي زمن محدد مسبقا وذلك وفقا لخواص الدورة، أما في خلال الدورات الفعلية يتم تأمين الحرارة في زمن معين من الدورة وذلك نتيجة للتفاعلات الكيميائية بين الأوكسجين الموجود في الهواء والوقود.

3. ثبات الحرارة النوعية (Specific heat) للشحنة في شوط السحب رغم تغير درجات الحرارة.

4. عمليات الانضغاط والتمدد تتمان حسب الأديباتي (Adiabatic)، اي انه لا يوجد تبادل حراري مع المحيط، بينما في اثناء الدورات الفعلية، ونظرا للفرق الكبير بين درجة حرارة المزيج في اثناء الاحتراق وكل من جدران الأسطوانة والمكبس، يحدث التبادل الحراري وينتج عن ذلك بعض المفاهيم الحرارية.

1-3 الدورات الفعلية لحركات الاحتراق الداخلي:

تشحن أسطوانات المحرك بمزيج من الهواء والوقود بنسب محددة، وذلك لأتمام عملية الاحتراق، ويتشكل هذا المزيج في أثناء سحب الهواء والوقود إلى داخل اسطوانات المحرك.

تختلف عملية انضغاط المزيج في دورات المحرك الفعلية عن الدورات النظرية وذلك لوجود فرق في درجات الحرارة بين المزيج المضغوط (الهواء - الوقود) وجدران اسطوانات المحرك، لذا فإن هذه العملية ليست ادياباتييه، حيث بوجود التبادل الحراري نحصل على درجات حرارة وضغط نهائيين مختلفين عن القيم التي نحصل عليها لو كانت العملية اديباتية (أي دون تبادل حراري) بالإضافة الى وجود المفايد المختلفة في بداية التشغيل او في أثناء عمل المحرك دون حمل (Idling).

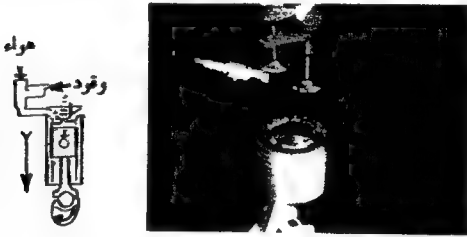
ويوجد فرقاً ملموساً بين درجة حرارة ناتج الاحتراق ودرجة حرارة رأس وجدران الاسطوانة وتاج المكبس في أثناء عمليات التمدد والانضغاط وذلك نتيجة للتبادل الحراري بين الغازات والسطوح الملامسة لها، وكذلك فإن عملية الاحتراق الفعلية للمزيج لا تنتهي عند النقطة الميتة العليا (T.D.C) وإنما تستمر خلال جزء من شوط التمدد مطلقة بذلك حرارة إضافية، وخلال هذه العملية تنتج مفايد إضافية مقارنة بالدورات النظرية. ومن المعلوم انه كلما قلت هذه المفايد فإن كفاءة المحرك الفعلية تقترب من كفاءته النظرية لنفس الدورة.

يصعب جداً تحديد الشغل الناتج في المحرك فعلياً بطريقة تحليلية نظراً لعدم امكانية تحديد كل المفايد في أثناء عمل المحرك، لذلك فإن هذه الدراسة تعتمد على العوامل والثوابت التجريبية والتي نحصل عليها عملياً نتيجة لعدة تجارب وكذلك على المعطيات المميزة لكل عملية وتأثيرها على الدورة ككل والتي توضح بدراسة المخططات البيانية والعلاقة بين الحجم والضغط ($P-V$) في أثناء الدورة، أو من خلال العلاقة بين زوايا دوران عمود المرفق والزمن، أو من خلال العلاقة بين زوايا دوران عمود المرفق والضغط.

تتم دورة المحرك الفعلية في اربعة اشواط خلال دورتين (720°) درجة لعمود المرفق كما يلي:

(1) شوط السحب (INTAKE):

يتحرك المكبس خلال هذا الشوط من أعلى الى اسفل، ويكون صمام السحب مفتوحا والعادم مغلقا، وتتم عملية السحب بفعل إنخفاض الضغط داخل الاسطوانة. ويوضح الشكل (1-10) الوضع في الاسطوانة خلال هذا الشوط.

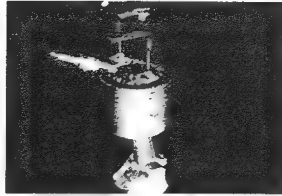


الشكل (1-10) شوط السحب

(2) شوط الضغط (COMPRESSION):

يتحرك المكبس خلال هذا الشوط من اسفل الى أعلى ضاغطا المزيج الى داخل غرفة الاحتراق، ليصبح حجمه مساويا لحجم غرفة الاحتراق في نهاية الشوط. ويكون كلا من صمامي السحب والعادم مغلقين. ويصبح المزيج في نهاية هذا الشوط جاهزا للاشتعال.

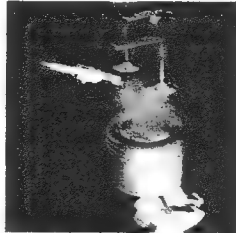
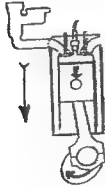
ويوضح الشكل (1-11) اتجاه الحركة خلال هذا الشوط.



الشكل (11-1) شوط الضغط

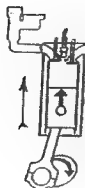
3- شوط القدرة (التمدد) POWER

يكون خلال هذا الشوط كلا من صمامي السحب والعاذم مغلقين، ويكتمل احتراق المزيج حيث تتحول الطاقة الحرارية الى طاقة ميكانيكية لتفذي عمود المرفق بالحركة. يوضح الشكل (12-1) الوضع خلال هذا الشوط.



الشكل (12-1) شوط القدرة

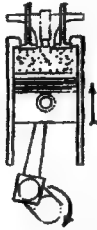
(4) شوط العادم EXHAUST :



الشكل (1-13) شوط العادم

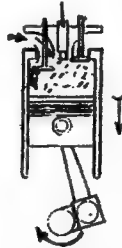
يكون صمام السحب مغلقاً وصمام العادم مفتوحاً في أثناء هذا الشوط، ويتحرك المكبس من أسفل إلى أعلى طارداً معه نواتج الاحتراق من غازات العادم إلى خارج الاسطوانة لتنظيفها وتحضيرها لاستقبال شحنة جديدة. ويوضح الشكل (1-13) اتجاه الحركة خلال هذا الشوط.

يبين الشكل (1-14) الأشواط الأربعة وحركة المكابس داخل الاسطوانات.



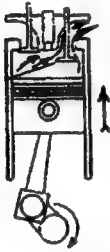
2. الضغط Compression

يتم ضغط الهواء في أثناء صعود المكبس إلى أعلى ويكون كل من صمامي السحب والعاود مغلقان



1. السحب Intake

يتم سحب الهواء من خلال صمام السحب المفتوح في أثناء حركة المكبس إلى أسفل



4. العادم Exhaust

يتحرك المكبس للأعلى طارداً معه الغازات الناتجة عن الاحتراق من خلال صمام العادم المفتوح

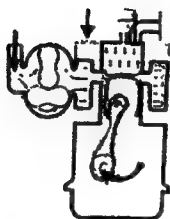


3. القدرة Power

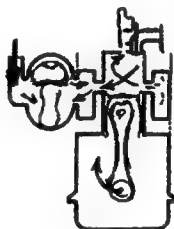
يتم حقن الوقود على الهواء المضغوط يتم الاشتعال والإحتراق وتتمد الغازات، كل من صمامي السحب والعاود مغلقان

الشكل (1-14) الأشواط الأربعة في محرك الديزل

ويوضح الشكل (1-15) الأشواط الأربعة لمحرك ثنائي الشوط:



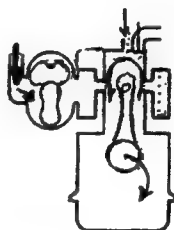
الضغط
Compression



المسحب
Intake



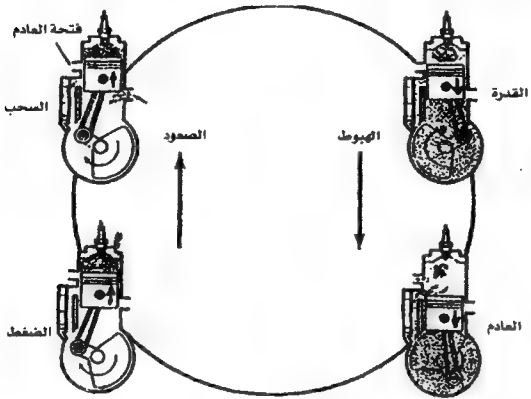
العامد
Exhaust



القدرة
Power

الشكل (1-15) اشواط محرك ثنائي الدورة ديزل

ويوضح الشكل (1-16)، عمل محرك ثنائي الدورة - بنزين في أثناء مشواري الصعود والهبوط للمكبس خلال (360) درجة من دوران عمود المرفق.



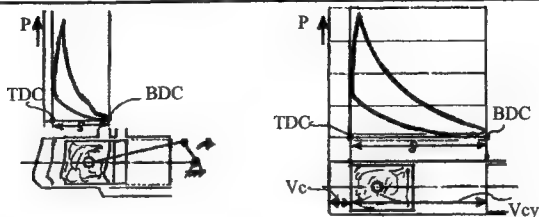
يضغط المزيج ويحول الأسطوانة

الشكل (1-16) عمل محرك ثنائي الدورة (بنزين)

4-1 مقارنة بين أنواع المحركات المختلفة

أ. مقارنة بين المحركات رباعية الأشواط وثنائية الأشواط:

المحرك رباعي الأشواط	المحرك ثنائي الأشواط
1. من حيث مخطط العمل (P-V): يوضح الشكل (1-17) هذه المقارنة	
دورة شغل واحدة لكل (720°) من دوران عمود المرفق (أربعة أشواط)	دورة شغل واحدة لكل 360° من دوران عمود المرفق (شوطين للمكبس).



الشكل (1 - 17)

2. من حيث التصميم

يتطلب عدد كبير من التجهيزات للتحكم في عمل صماماته، ويتطلب حيز أكبر للتركيب، أثقل وأعلى ثمنًا. كما أنه أخف وزناً وأقل البسيطة، وكذلك أعطاله أقل، وتكاليف صيانته أقل.

3. من حيث نسبة القدرة إلى كل من الوزن والحجم

نسبة الوزن إلى القدرة أكبر وتساوي	نسبة الوزن إلى القدرة وتساوي
(2.5 - 6.5) kg/kw	(2.5 - 4) kg/kw
نسبة القدرة إلى الحجم =	نسبة القدرة إلى الحجم =
(20 - 50) kw/L	(25 - 45) kw/L

4. من حيث الضغط

يبلغ الضغط الفعال (7 - 10) بار	يبلغ الضغط الفعال (5 - 7) بار
--------------------------------	-------------------------------

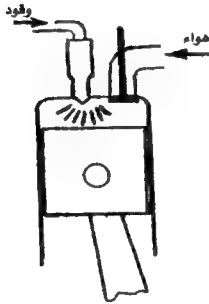
5. من حيث التبادل الغازي

تبادل غازي مقفل ومفقودات طرد قليلة مما يؤدي إلى خفض معدل الإستهلاك النوعي للوقود.	تبادل غازي مفتوح ومفقودات طرد أكبر مما يؤدي إلى رفع معدل الإستهلاك النوعي للوقود.
---	---

6. من حيث الإجهاد	
إجهاد أقل واستهلاك أقل للزيت	حمل حراري أعلى وظروف تبريد أصعب
7. من حيث عزم الدوران	
غير منتظم. نظراً لأن دورة العمل تشمل شوط قدرة واحدة، وثلاثة أشواط خالية من الشغل	عزم دوران منتظم، وقدرة أفضل وفي حالة اللاحمل وعند السرعات المنخفضة يقل عزم الدوران
8. من حيث التحكم بغازات العادم	
أكثر بساطة بالتصميم وأقل حساسية لا يشاهد دخان احتراق الزيت بالعدم	أعقد في التصميم وأكثر حساسية يشاهد دخان احتراق الزيت بالعدم.

ب. المقارنة بين عمل محركات البنزين والديزل ثنائية الدورة:

يوضح الشكل (1-18) هذه المقارنة

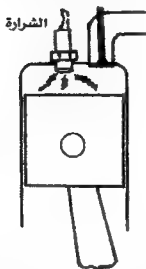


الشكل (1-18)

الديزل:

- يدخل الهواء فقط إلى الأسطوانة
- ينضغط الهواء
- يتم حقن الوقود
- يتم إشعال المزيج من حرارة الضغط
- معدل نسبة الانضغاط (16-1)

البنزين:



- يتم تحضير المزيج في المغذي
- يدخل المزيج للأسطوانة ثم ينضغط فيها
- يتم اشعال المزيج باستخدام شرارة كهربائية
- معدل نسبة الانضغاط (8-1)

الشكل (1-19) مقارنة بين المحركات
ثلاثية الدورة (ديزل/بنزين)

ج. مقارنة بين محركات البنزين (أتو) ومحركات الديزل

يمكننا مقارنة هذه المحركات ببعضها من حيث:

محركات البنزين	محركات الديزل
1. المخترع	
نيكولاس أوجست اوتو (1867)	رودلف ديزل (1892)
2. انواع الوقود المستخدمة	
وقود خفيف مثل البنزين والكحول والوقود الغازي	وقود ثقيل ذو درجة غليان مرتفعة مثل وقود الديزل والقطران السولار
3. الموازنة الحرارية	
ماء التبريد 33%	32%
غاز العادم والإشعاع 36%	29%
الإحتكاك 7%	7%
الشغل الفعال 24%	32%
100%	100%

4. تحضير المزيج

حقن الوقود في الأسطوانة في نهاية شوط الضغط	تحضير وتذرية الوقود في المغذي حقن الوقود في مجاري السحب
--	--

5. عملية الإحتراق

احتراق تحت ضغط ثابت (نظريا)	احتراق عند حجم ثابت (نظريا)
الضغط ثابت تقريبا طوال عملية الإحتراق	الحجم ثابت تقريبا طوال عملية الإحتراق

6. نسبة الخلط

يجب ان يعمل محرك الديزل، من اللاحمل ولغاية الحمل الكامل بفائض من الهواء	النسبة النظرية للخلط (1:14.8)
---	----------------------------------

7. نسبة الانضغاط

من (14 - 22) وتحدد بمقدار الحمل الواقع على المحرك	من (6- 12) وتؤدي زيادة الانضغاط الى زيادة الكفاية وتقليل معدل الاستهلاك النوعي للوقود
---	---

8. الأحتراق

يتم ضغط الهواء بدرجة عالية ويشتمل الوقود ذاتياً بعد اختلاطه بالهواء الساخن بزمان تأخير محدد.	يتم ضغط مزيج الوقود والهواء وإشعاله بواسطة شرارة كهربائية
--	---

اسئلة الوحدة الأولى

(1) عدد الأشواط الأربعة التي تتم بها دورة المحرك الفعلية.

(2) قارن بين كل من محرك البنزين والديزل من حيث:

ا. الاشتعال.

ب. تحضير المزيج.

ج. الضغط.

(3) عدد أنواع الكسح في محركات ثنائية الدورة.

(4) ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. لقيمة الاشتعال الشائعة الاستعمال لمحرك احتراق ذو ستة اسطوانات هي:

(ا) 1:5:3:6:2:4 (ب) 1:6:5:2:4:3

(ج) 1:3:5:2:6:4 (د) كل ما ذكر صحيح.

2. تستعمل محركات الاحتراق الداخلي نظام تبريد باستخدام:

(ا) الهواء (ب) الماء

(ج) ا + ب (د) لا شيء مما ذكر

3. عندما تبقى نسبة الوقود للهواء ثابتة ولكن تغيير كمية المزيج فقط عندها

يكون التحكم:

(ا) نوعي (ب) كمي

(ج) مختلط (د) لا شيء مما ذكر

4. تتم عملية الانضغاط والتمدد في محركات الاحتراق الداخلي حسب الأجزاء:

- | | |
|-----------------|-----------------|
| (أ) الانبروتروي | (ب) الثيرموتربي |
| (ج) الادبياني | (د) أ + ب |

5. أثناء شوط السحب يتم حركة المكبس داخل الاسطوانة في محركات الاحتراق الداخلي:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| (أ) من الأعلى للأسفل | (ب) من الوسط للأسفل |
| (ج) من الأسفل للأعلى | (د) من الوسط للأعلى |

الوحدة الثانية

محركات الاحتراق الداخلي
التركيب والوظيفة

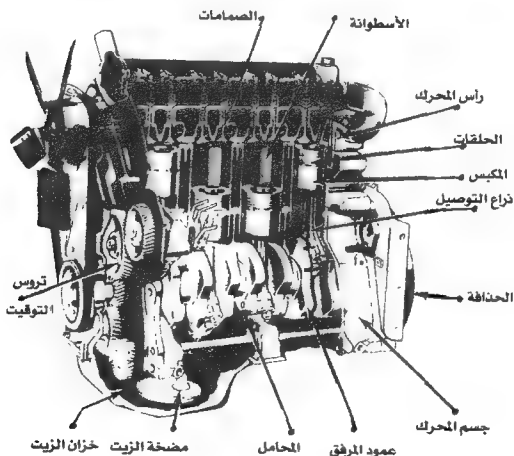
الوحدة الثانية

محركات الإحتراق الداخلي (التركيب والوظيفة)

تتكون محركات الإحتراق الداخلي من ثلاثة اجزاء رئيسية هي:

1. رأس المحرك.
2. جسم المحرك.
3. خزان الزيت (الكارتير).

يوضح الشكل (1-2) مقطعاً في محرك إحتراق داخلي يبين أجزائه الرئيسية.



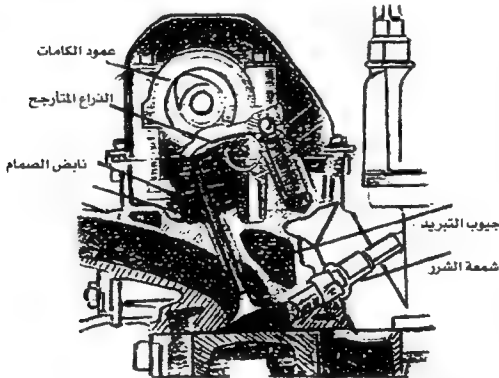
الشكل (1-2) أجزاء محرك الإحتراق الداخلي

1-4 رأس المحرك Cylinder Head

يحتوي رأس المحرك على الأجزاء التالية:

1. غرف الإحتراق
2. الصمامات وتوابعها، العمود المتأرجح، عمود الكامات وغيرها.
3. شمعات الشرر في محركات البنزين والبخاخات في محركات الديزل.
4. جيوب ومجاري التبريد.

يركب رأس المحرك على جسمه وذلك باستخدام حشوة خاصة مانعة للتسريب ويوضح الشكل (2-2) الأجزاء الرئيسية لرأس المحرك.

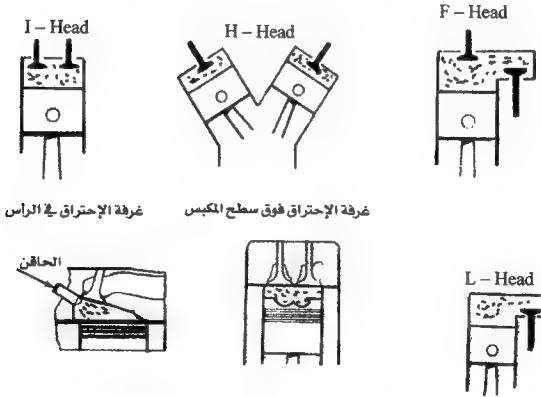


الشكل (2-2) رأس المحرك

ويصمم رأس المحرك بأشكال عدة وذلك تبعاً لوضع الصمامات فيه وكذلك وضع عمود الكامات، ومن هذه الأشكال:

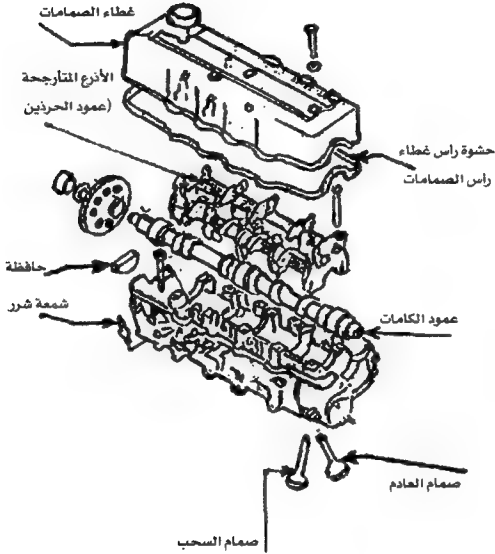
1. الرأس على شكل حرف (L) ويتميز هذا الرأس بصغر حجم صماماته ومزود بغرفة احتراق مستوية.
2. الرأس على شكل حرف (F)، حيث يشكل صمام السحب الواقع في رأس الأسطوانة مع صمام العادم والواقع في جسم الأسطوانة حرف (F).
3. الرأس على شكل حرف (I)، وتقع صمامات هذا الرأس على خط واحد في رأس الأسطوانة. ويمتاز أيضا بإمكانية التحكم في تصميم غرف إحتراقه وبالتالي كفاءته الحجمية المرتفعة.
4. الرأس على شكل حرف (H) ويستخدم عادة هذا الرأس في المحركات المصممة على شكل حرف (V).

ويوضح الشكل (2-3) الأشكال المختلفة لرأس المحرك والمستعملة في محركات الإحتراق الداخلي. ويبين أيضا موقع غرف الإحتراق في الرأس.



الشكل (2-3) اشكال رأس المحرك وموقع غرف الإحتراق

ويوضح الشكل (2-4) أجزاء رأس المحرك التفصيلية:

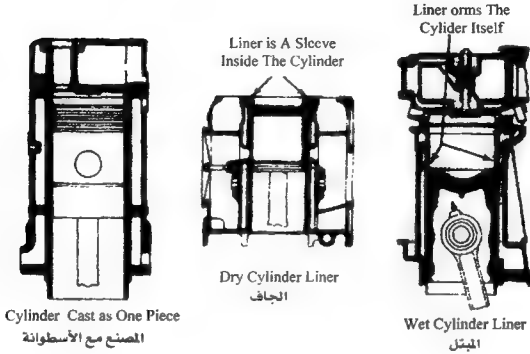


الشكل (2-4) أجزاء رأس المحرك التفصيلية

2-4 جسم المحرك *Cylinder Block*:

وهو الجزء الرئيسي في المحرك ويحتوي على الأسطوانات وجيوب التبريد وفتحات الزيت ويصنع من الحديد الزهر.

يوضح الشكل (2-6) انواع الأسطوانات التي تستعمل في محركات الإحتراق.

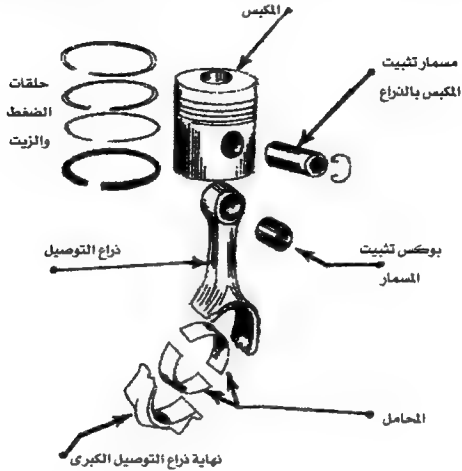


الشكل (2-6) انواع اسطوانات المحرك

3-4 مجموعة المكبس وذراع التوصيل: *Piston & Connecting Rod*

يوضح الشكل (2-7) الأجزاء الرئيسية التي تتكون منها هذه المجموعة والتي تستخدم في نقل وتحويل حركة المكبس الخطية الناجمة عن تأثير ضغط الغازات على سطح المكبس الى حركة دورانية لعمود المرفق.

تتكون هذه المجموعة من المكبس ومسمار الربط، حلقات الضغط وحلقات التزييت، وذراع التوصيل ومحامله كما هو موضح في الشكل (2-1).



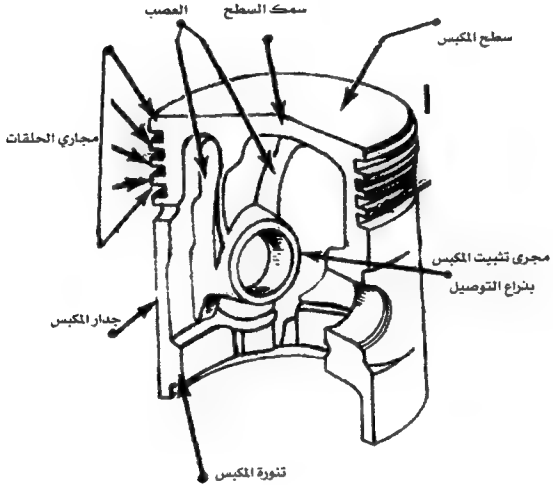
الشكل (7-2) مجموعة المكبس وذراع التوصيل

تصنع عادة المكابس من سبائك الألمنيوم في المركبات الخفيفة ذات السرعات العالية ومن الحديد الزهر في المحركات ذات السرعات البطيئة.

يوضح الشكل (7-2) اجزاء المكبس الرئيسية وموقع كل من حلقات الزيت والضغط عليه. وتوجد المكابس في أشكال عدة منها:

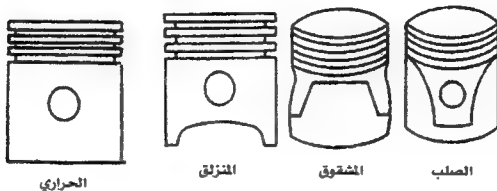
1. المكابس الصلبة والتي تمتاز ببساطة التركيب ويكون صوت المحرك مرتفع نسبياً عند استخدام هذا النوع بسبب الخلو الكبير نسبياً بين المكبس وجدار الاسطوانة.
2. المكبس المزود بشقوق طولية او عرضية والخلوص بينه وبين جدار الاسطوانة اقل من النوع الاول.

3. المكابس المنزلقة، حيث يقطع جزء من تنورة المكبس لتسهيل الانزلاق وتخفيف الوزن وتحسين عملية التبريد.
4. المكابس الحرارية والتي تصنع من سبيكة الألمنيوم الخالص لإكساب المكبس مواصفات حرارية مميزة.



الشكل (2-8) اجزاء المكبس المختلفة

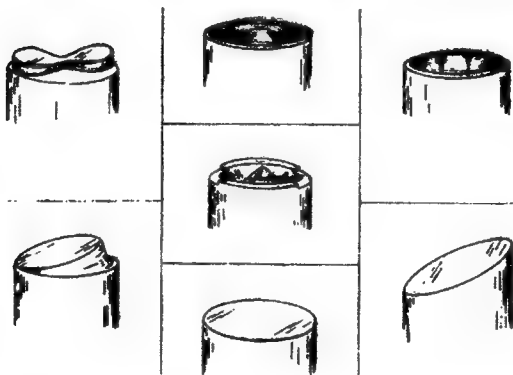
ويوضح الشكل (2-9) بعض انواع المكابس المستخدمة في محركات الاحتراق الداخلي.



الشكل (2-9) أنواع المكابس

ويصمم تاج المكبس بأشكال مختلفة وذلك للتحكم بغرفة الاحتراق وتحسين ظروف حركة الغازات فيها كما هو مبين في الشكل (2-10).

Piston Crown Designs



الشكل (2-10) اشكال تاج المكبس

يُثبت على المكبس نوعان من الحلقات هما:

1) حلقات الضغط Compression Rings

تعمل هذه الحلقات على منع تهريب الضغط الناجم عن احتراق المزيج داخل غرف الاحتراق وكذلك في أثناء شوط الضغط إلى حيز غرفة عمود المرفق وذلك للمحافظة على قدرة المحرك ويكون عدد هذه الحلقات في العادة (2).

2) حلقات الزيت Oil Rings

تستخدم هذه الحلقات في منع تسريب الزيت إلى غرف الإحتراق وبالتالي منع الزيت من الإحتراق في هذه الغرف لتجنب تراكم الكربون ونواتج الاحتراق على سطح المكبس والصمامات وجدران هذه الغرف.

ويبين الشكل (2-11) أنواع هذه الحلقات:



الشكل (2-11) حلقات الزيت والضغط

وتأخذ وصلات حلقات الضغط اشكالا عده منها ما هو موضح في الشكل (2-12) وكما يبين الشكل (2-13) موضع هذه الحلقات على الجزء العلوي من المكبس.



45° Angle Joint

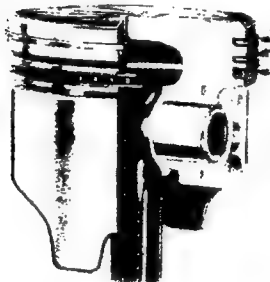


Butt Joint



Step Joint

الشكل (2-12) وصلات حلقات الضغط

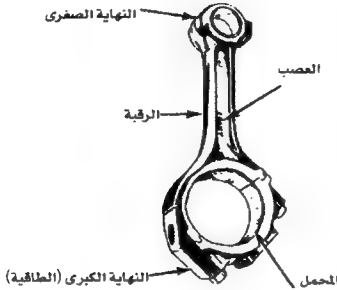


حلقات الضغط
حلقة الزيت

الشكل (2-13) موقع الحلقات على المكبس

وتصنع الحلقات، بحيث يكون قطرها الصحيح عند التركيب على المكبس مساويا لقطر الأسطوانة، مع مراعاة خلوص بسيط يساوي (0.003) لكل ملم من قطر الأسطوانة.

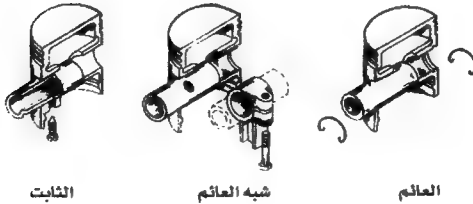
ولننقل وتحويل الحركة ما بين المكبس وعمود المرفق يستعمل ذراع التوصيل الموضح في الشكل (2-14).



الشكل (2-14) ذراع التوصيل

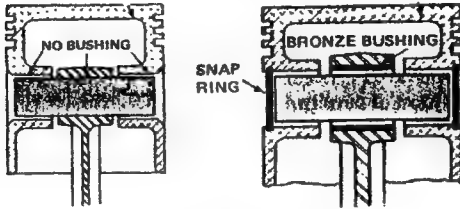
يتم توصيل ذراع التوصيل من نهايته الصغرى مع المكبس بعدة طرق كما هو موضح في الشكل (2-15)، ومن هذه الطرق:

1. التوصيل العائم Full Floating Pin.
2. التوصيل شبه العائم Semi Floating Pin.
3. التوصيل الثابت Fixed Pin حيث يثبت مسمار الربط في هذه الحالة بالمكبس.



الشكل (2-15) اشكال تثبيت المكبس بذراع التوصيل

ويبين الشكل (2-16) الفرق بين التوصيل العائم والتوصيل الثابت، حيث تستخدم بوكسات خاصة في حالة التوصيل العائم.



الشكل (2-16) التوصيل العائم والثابت للزراع التوصيل مع المكبس

4-4 عمود المرفق والحذافة - *Crankshaft and Flywheel*

يصنع عمود المرفق من قطعة واحدة من الفولاذ المقوى، ويؤود بمجاري خاصة لإيصال زيت التزييت الى محامله والى محامل ذراع التوصيل.

ويستخدم عمود المرفق في نقل القدرة الناتجة عن الإحتراق خلال اشواط القدرة للمحرك الى بقية اجزاء نقل الحركة في المركبة.

يبين الشكل (2-17) اجزاء عمود المرفق الرئيسية، وكما يوضح ايضا القرص الدوراني الوركب على نهايته والذي يسمى الحذافة (Flywheel) وتعمل الحذافة على:

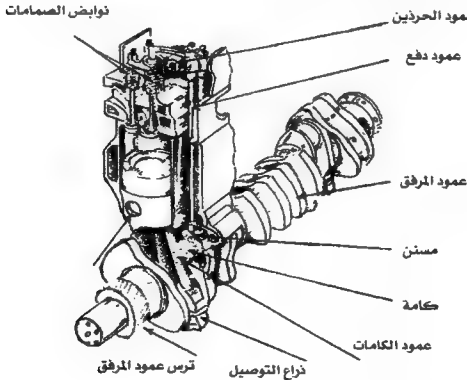
1. تخزين الطاقة المكتسبة من اشواط المحرك الفعالة للمحافظة على استمرارية الحركة في اثناء الأشواط الخرى.
2. العمل على إتزان عمود المرفق في اثناء الدوران.

3. تستعمل الحذافة في بدء تشغيل المحرك وذلك بواسطة الترس المركب على محيطها الخارجي، عند تعشيقه مع ترس بدء الحركة عند تشغيل المحرك.
4. يستعمل السطح الخلفي للحذافة في تركيب اجزاء مجموعة القابض.



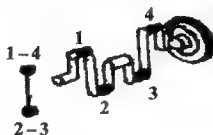
الشكل (2-17) اجزاء عمود المرفق

ويوضح الشكل (2-18) عمود المرفق وريطه بذراع التوصيل وبقيّة اجزاء مجموعة المكبس في محرك ديزل.

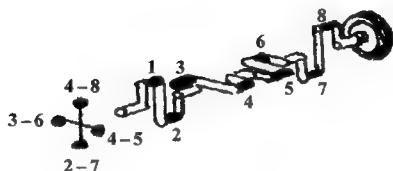


الشكل (2-18) عمود المرفق وريطه بمجموعة المكبس

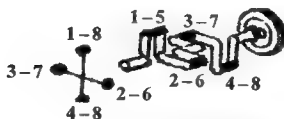
ويوضح الشكل (2-19) ترتيب الأسطوانات في المحرك على عمود المرفق.



محرك بأربع أسطوانات



محرك بثمانى أسطوانات



محرك بثمانى أسطوانات

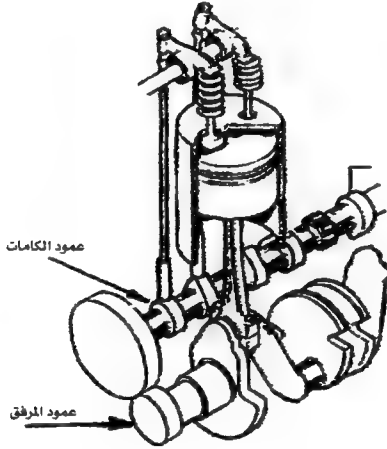


محرك بست أسطوانات

الشكل (2-19) ترتيب الأسطوانات على عمود المرفق

4 - 5 عمود الكامات Camshaft

وهو عبارة عن عمود مصنع بطريقة هندسية خاصة ومزود بحدبات تنقل الحركة الى توابعها وهي الصمامات لتتحكم بتوقيت فتحها وإغلاقها كما هو موضح في الشكل (2-20).



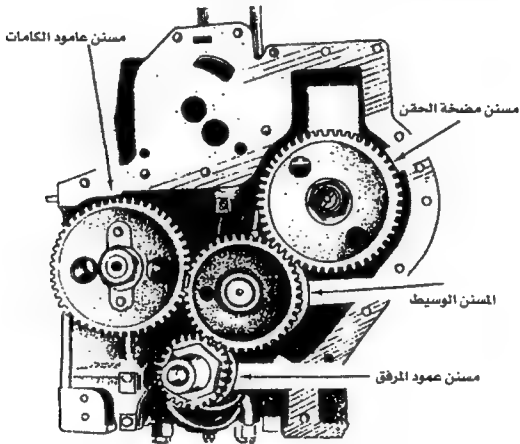
الشكل (2-20) عمود الكامات والصمامات

ويقوم عمود الكامات في المحرك بما يلي:

1. التحكم بتوقيت فتح وإغلاق صمامات المحرك وذلك تبعاً لترتيب الإشعال فيه.
2. تشغيل كل من مضخة الزيت، مضخة البنزين الميكانيكية، مضخة الديزل وكذلك موزع الشرارة في كل من محركات البنزين والديزل.

ويستمد عمود الكامات حركته من عمود المرفق كما هو موضح في الشكل (20-2) ويربط معه بطريقتين هما :

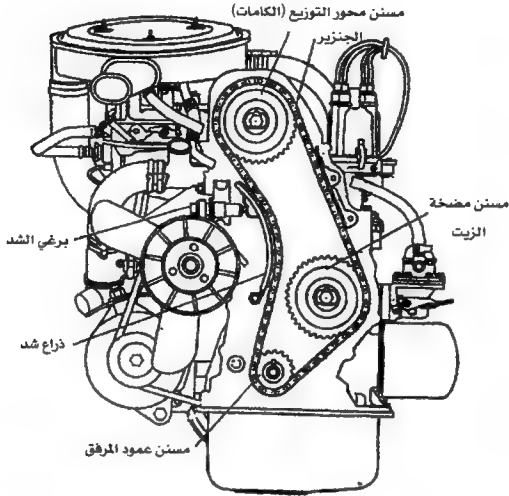
- 1) الربط المباشر باستخدام التروس كما هو موضح في الشكل (21-2)، ويراعى عند الربط مراعاة موقع العلامات المميزة على هذه التروس وذلك للتحكم بطريقة سليمة في توقيت فتح وإغلاق صمامات المحرك.



الشكل (21-2) الربط المباشر بين عمود المرفق وعمود الكامات

- 2) الربط غير المباشر باستعمال الأقشعة والسلاسل كما هو موضح في الشكل (22-2) وعند الربط يجب مراعاة الإشارات المميزة على كل من السير أو الجنزير ويكرات نقل الحركة لإجراء التحكم الصحيح بتوقيت عمل الصمامات في المحرك.

وبحسب حالات الربط تكون سرعة عمود الكامات نصف سرعة عمود المرفق

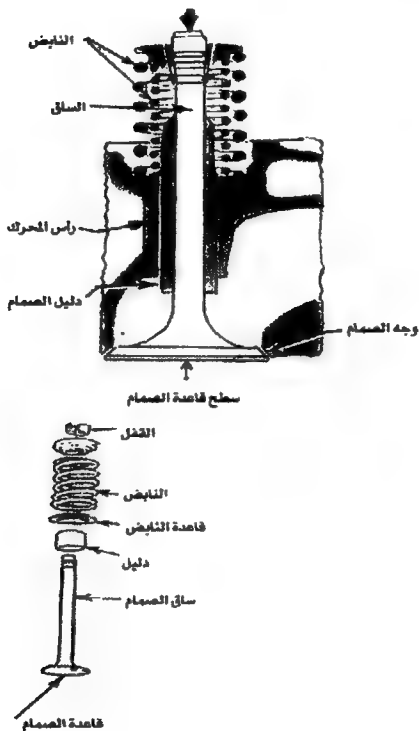


الشكل (2-22) الربط غير المباشر بين عمود الكامات وعمود المرفق

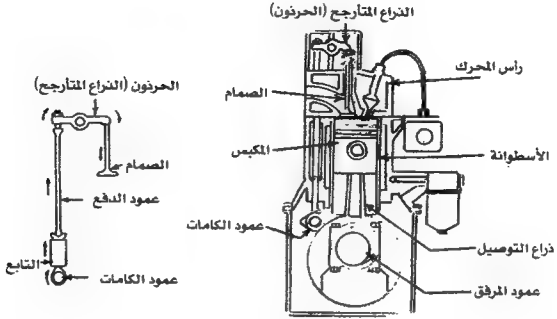
4-6 الصمامات وتوابعها Valves

يبين الشكل (2-23) اجزاء الصمام المختلفة وموقعه في رأس المحرك والذي يتكون من القاعدة والساق بالإضافة الى الدليل والنايظ، ويأخذ الصمام حركته الخطية من عمود الكامات بواسطة العمود المتأرجح (Rocker Arm) كما هو موضح في الشكل (4-24)، حيث يتم التحكم بفتحه وإغلاقه بواسطة عمود الكامات الذي ينقل الحركة الى عمود الدفع ومنه الى الذراع المتأرجح وأخيرا للصمام ويتولى

الناييض عملية الإغلاق للصمام بعد زوال تأثير فعل الحدية كما هو موضح في الشكل (2-24).

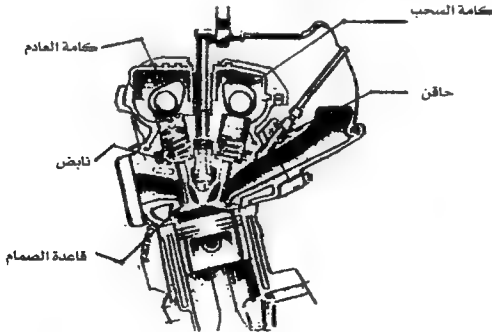


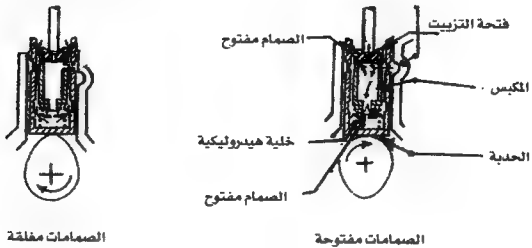
الشكل (2-23) أجزاء الصمام



الشكل (2-24) نقل الحركة للصمام

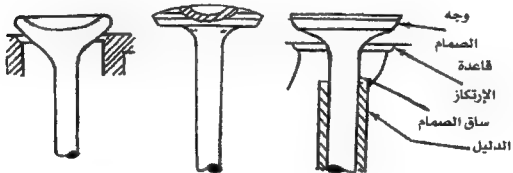
تستخدم الصمامات التي يتم التحكم بها هيدروليكيًا في المركبات الحديثة والموضحة في الشكل (2-25)، حيث يبين هذا الشكل الصمام في وضعية الإغلاق والفتح كما يبين أيضا موقع الصمامات في رأس المحرك.





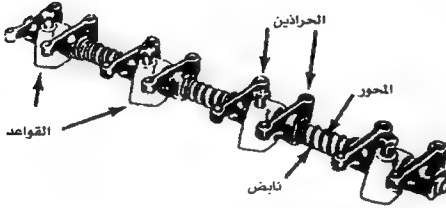
الشكل (2-25) الصمامات الهيدروليكية

وتصنع قاعدة الصمام بأشكال عدة، منها الموضحة في الشكل (2-26)، حيث يبين هذا الشكل ثلاثة أنواع من الصمامات وهي الصمام بالراس المسطح وصمام برأس على شكل زنبقة وآخر برأس محدب.



الشكل (2-26) أنواع الصمامات

يوضح الشكل (2-27) عمود الأذرع المتأرجحة والذي يتحكم بفتح وإغلاق الصمامات.



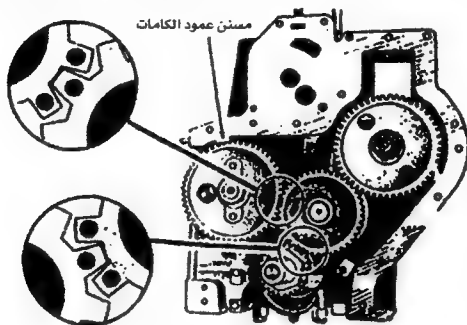
الشكل (2-27) عمود الأذرع المتأرجحة (Rocker Arm)

يستعمل عادة لكل أسطوانة صمامان هما:

1. صمام السحب ويتميز بأكبر قاعدته للسماح لدخول أكبر كمية من الشحنة إلى الأسطوانة وذلك للحصول على أكبر قدرة ممكنة.
2. صمام العادم ويمتاز بصغر قاعدته ومن خلاله يتم اندفاع غازات العادم من الأسطوانة بعد إنهاء شوط القدرة.

لتأمين عمل الصمامات وتوقيت فتحها وإغلاقها بصورة جيدة، تستعمل علامات مميزة عند التركيب كما يلي:

1. توجد علامة مميزة على شكل نقطة على ترس التوقيت لعمود الكامات واخرى مقابلة لها على ترس عمود المرفق.
2. توجد دائرة صغيرة على ترس التوقيت لعمود الكامات ودائرتان على ترس التوقيت لعمود المرفق، وعند ضبط التوقيت توضع دائرة ترس عمود الكامات بين الدائرتين الموجودتين على ترس عمود المرفق كما هو موضح في الشكل (2-28).
3. وفي المحركات التي تستخدم فيها جنازير لنقل الحركة، تكون بعض حلقاتها لامعة ومميزة وعلى أبعاد محددة، حيث عند التركيب توضع هذه الحلقات مقابل نقاط مثبتة على التروس.



الشكل (2-28) علامات التوقيت على التروس

ويتم ضبط توقيت الصمامات على النحو التالي:

1. يدار عمود المرفق باتجاه عقارب الساعة حتى يصبح المكبس في النقطة الميتة العليا.
2. يدار عمود الكامات بعكس اتجاه عمود المرفق بعد فصلهما عن بعض الى ان تلامس قاعدة الكامات قاعدة عمود الدفع، مع ملاحظة حركة صمام السحب، حيث الإستمرار في تدوير عمود الكامات يؤدي الى فتح الصمام وفي هذه اللحظة تثبت العلامات على كل من ترسي توقيت عمود المرفق وعمود الكامات في وضع التقابل ويعشق الترسان في هذا الوضع مع مراعاة عدم تحريك اي منهما.

ولتأمين عمل الصمامات بدقة، لا بد من معايرتها، اي ضبط الخلوص المناسب ما بين ساق الصمام والذراع المتأرجح في حالة الإغلاق، لتوفير الفراغ المناسب لتمدد الصمام الناجم عن ارتفاع درجة الحرارة في اثناء عمل المحرك.

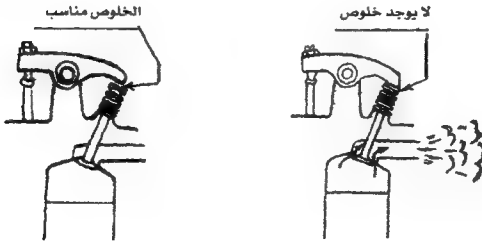
وعند ضبط هذا الخلوص فإن المحرك سوف يعمل بنعومة وبكامل طاقته، وإذا كان خاطئاً فإن ذلك يؤدي إلى حدوث متاعب متعددة في أثناء عمل المحرك ومنها :

(1) في حالة الخلوص الزائد:

- أ. قد يحدث التواء في ساق الصمام نظراً لإرتكاز الصمام بسرعة على قاعدته.
- ب. يتأخر فتح الصمام ويتغلق قبل موعده، مما يؤدي إلى دخول مزيج أقل وبالتالي تنخفض قدرة المحرك.
- ج. نظراً لقصر فتحة الصمام فإن كمية غازات العادم لن تخرج بالكامل من الأسطوانة في أثناء شوط العادم، مما يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة المحرك.

(2) في حالة الخلوص الناقص:

- أ. يؤدي الخلوص الناقص إلى عدم إحكام إغلاق الصمامات، كما هو موضح في الشكل (2-29)، حيث يتسرب المزيج المضغوط مما يؤدي إلى انخفاض الضغط داخل الأسطوانة وبالتالي انخفاض قدرة المحرك.
- ب. يؤدي الخلوص الخاطئ إلى فتح وإغلاق الصمامات بسرعة، بحيث لا يتوفر له الوقت الكافي ليبرد وترتفع درجة حرارته مما يؤدي إلى احتراقه.



الشكل (2-29) خلوص الصمامات

أسئلة الوحدة الثالثة

- (1) بين بالرسم التخطيطي الأشكال المختلفة لتصميم رأس المحرك تبعا لوضع الصمامات فيه.
- (2) عدد اجزاء مجموعة المكبس الرئيسية.
- (3) ما هي وظيفة الحذافة في المحرك.
- (4) عدد انواع المكابس المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلي.
- (5) ما أنواع حلقات المكابس المستخدمة في محركات الإحتراق، ذاكرا وظيفتها.
- (6) بين بالرسم التخطيطي العلاقة بين تصميم عمود المرفق وعدد الأسطوانات فيه.
- (7) بين بالرسم التخطيطي كيفية نقل الحركة للمصابات من عمود الكامات.
- (8) ما هي الطرق التي يتم بها ربط المكبس بذراع التوصيل
- (9) ما اهمية ضبط توقيت فتح واغلاق الصمامات في المحرك.
- (10) ما هي نتائج عدم ضبط خلوص الصمامات في المحرك.
- (11) ما هي الطرق التي يتم بواسطتها نقل الحركة من عمود المرفق الى عمود الكامات.
- (12) عدد انواع الأسطوانات المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلي، ذاكرا ميزات كل نوع.
- (13) ما هي الأجزاء التي يحتويها رأس المحرك.
- (14) عدد انواع علامات التوقيت المستخدمة في محركات الإحتراق الداخلي.

الوحدة الثالثة



نظام نقل الحركة



الوحدة الثالثة

أنظمة نقل الحركة

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الخلفي (rear wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. عمود الإدارة.
4. مجموعة المحاور الخلفية (البكس+الاكسات).

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الامامي (front wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. المحور القائد (trans axle).
4. محور الاكس (AXLE SHAFT).

مكونات نظام نقل الحركة في نظام الدفع الرباعي (Four Wheel drive):

1. القابض.
2. صندوق السرعات.
3. محاور نقل الحركة الأمامية.
4. عمود الإدارة (Drive shaft).
5. مجموعة المحاور الخلفية (البكس+الاكسات).

متطلبات نقل الحركة والقدرة:

تقوم أنظمة الحركة والقدرة بنقل القدرة من المحرك لتدوير العجلات.

أنظمة نقل الحركة (Transmission) ومحاور نقل الحركة الأمامية (Trans axel) يمكن أن تكون آلية أو يدوية.

- في النظام الآلي الأوتوماتيكي يكون نقل السرعة وتبديلها من مسنن لآخر آليا ولا يكون للسائق أي عمل في نقل السرعة.
 - في النظام اليدوي يتم تبديل السرعة بوساطة اليد لتبديل نسبة عدد أسنان مسنن لآخر ويتم ذلك بوساطة ضغط رجل السائق على دواسة القابض ويتم تحريك رافعة الغيار (عصا صندوق السرعات) إلى السرعة المطلوبة.
- القابض:

تنتج محركات الاحتراق الداخلي طاقة وعزم قليلين في أثناء دورانها بسرعة بطيئة، لذا فعليها أن تدور بسرعة عالية لتتمكن من تحريك السيارة ومع ذلك فإن عملية إيصال الحركة بين محرك يدور بسرعة عالية ومجموعة نقل الحركة لسيارة مستقرة سوف يتسبب في حدوث صدمة كبيرة، ولتحقيق اتصال أو انفصال هادئ بين المحرك ومجموعة نقل الحركة يتم الوصل تدريجيا مع إبطاء سرعة المحرك، حتى تتمكن السيارة من الحركة بصورة مريحة وهادئة، وهذه العملية تتم بوساطة قابض ميكانيكي في السيارات المزودة بمجموعة نقل يدوية لتغير السرعة.

أولاً: وظيفة القابض:

القابض من أهم الأجهزة في السيارة، لكونه يتحكم في نقل عزم الدوران من المحرك إلى علبة المسننات، ومنها إلى العجلات في نهاية الأمر، ولذلك فهو يعتبر حلقة وصل بين مجموعة توليد القدرة ومجموعة نقل القدرة.

1. وظائف القابض:

يقوم القابض بالوظائف الآتية:

- أ. يسمح بفصل ووصل علبة المسننات عن المحرك في أثناء توقف أو حركة السيارة، أو عند اختيار سرعة ما من علبة المسننات حسب ظروف القيادة.
- ب. ينقل القدرة من المحرك إلى علبة المسننات عن طريق قوة الاحتكاك بين قرص الاحتكاك (صينية القابض) والحذافة.
- ج. يضمن نقلاً تدريجياً للقدرة في ظروف القيادة البطيئة في أثناء أزمات السير، خاصة داخل المدن.

2. خلوصات القابض:

بعد القابض وصلة (قارنة) احتكاكية، ولذلك يجب أن يصمم بحيث يكون هناك منطقة احتكاكية كبيرة تساعد في النقل التدريجي للقدرة وكذلك في توزيع حرارة الاحتكاك مما يطيل عمر القابض، ولذلك فإن القابض له خلوصات يجب أن تكون مضبوطة حسب تعليمات الشركة الصانعة ليستطيع القيام بوظائفه على الوجه الأكمل، وهذه الخلوصات موضحة في الشكل (3 - 1) وهي:

أ. خلوص التهوية:

هو المسافة بين قرص الضغط وقرص الاحتكاك عند الفصل.

ب. خلوص الدعسة:

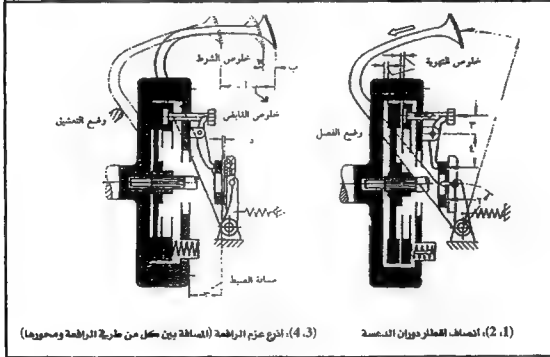
وهو المسافة بين الوضع الحر للدعسة ووضع الفصل النهائي ويعطى بالرمز (أ).

ج. خلوص الشوط (المسافة الحرة):

وهو المسافة التي تتحرك فيها الدعسة قبل بدء الفصل ورمزها (ب).

وهناك أيضاً مسافة الضبط (ج) وخلوص المحمل (د) ويتم معايرتها عند

تركيب صينية القابض الجديد.



الشكل (1-3): خلوصات القابض الرئيسية.

3. أنواع القوابض:

تستعمل في المركبات الخفيفة الانواع الآتية من القوابض:

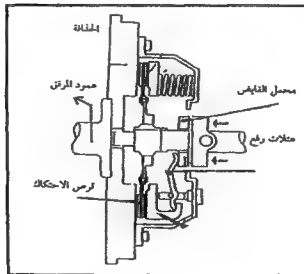
1. القوابض الميكانيكية:

وتعمل بالقوة العضلية فقط، وأهم أنواعها:

1. قوابض احتكاكية مفردة القرص ذات نوابض (زئيركات) لولبية:

يوجد لهذه القوابض عدة نوابض لولبية ترجع قرص الضغط بعد الانتهاء من فصل القابض.

وسنبينها بالتفصيل لاحقاً. ويبين الشكل (3-2) هذا النوع من القوابض كمشال على القوابض الاحتكاكية والقابض هنا في وضع التعشيق، ويتكون هذا القابض من النوابض وقرص الضغط وعتلات دفع ومحمل القابض والقرص الاحتكاكي. وتبين الأسهم انتقال الضغط من ذراع الدعسة إلى المحامل والعتلات فيتحرك قرص الضغط.



الشكل (3-2): القابض الاحتكاكي مفرد القرص

2. قوابض احتكاكية ذات نوابض رقائقية (ششائية):

يعمل الغشاء في هذا القابض عمل النوابض في القابض السابق، ويمثله في بقية الاجزاء وطريقة العمل.

3. قوابض متعددة الأقراص:

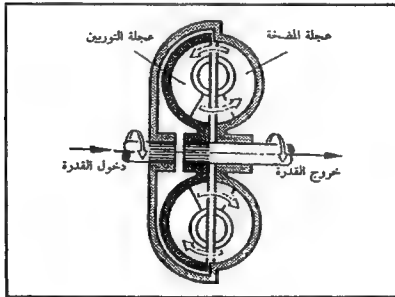
تتكون هذه القوابض من أقراص احتكاك متعددة (وسيتم تفصيلها لاحقاً).

ب. القوابض ذات التشغيل التلقائي:

وهي تعمل تلقائياً بوجود قوة مساعدة وأهم أنواعها:

1. القوابض الهيدروليكية:

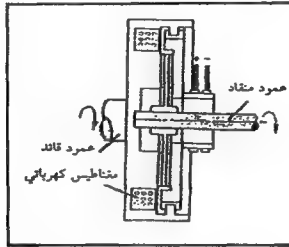
تتألف هذه القوابض من عجلة دافعة تحرك عجلة التوربين بواسطة الزيت الذي يأتي من المضخة. ويبين الشكل (3-3) هذا النوع من القوابض.



الشكل (3-3): القابض الهيدروليكي

2. القوابض الكهرومغناطيسية:

ويتكون هذا النوع من القوابض من مغناطيس كهربائي يعمل على فصل القابض عند إغلاق الدارة الكهربائي بدون استعمال دعسة القابض. ويبين الشكل (3-4) هذا القابض. ويزود هذا النوع بلوحة تحكم وإنذار وجهاز توقيت السرعة، لأغراض التشغيل الذاتي.



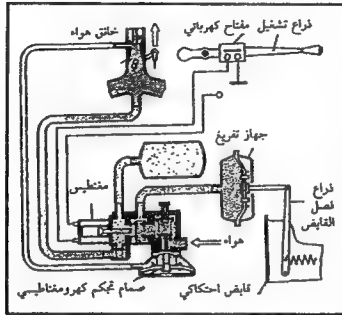
الشكل (3-4): القابض الكهرومغناطيسي

3. قابض نصف ذاتي:

يتم تشغيل هذا القابض بواسطة ذراع تحكم يعمل كمفتاح كهربائي، وبذلك تغلق دائرة المغناطيس، ويسمح بمرور هواء الخلخلة إذ يفتح صمام التحكم الطريق لمرور الهواء من مجاري السحب إلى أنبوية السحب ثم إلى الجهة اليسرى لجهاز التفريغ كما يبين الشكل (3-5).

ويصبح الضغط في هذه الجهة أقل من الضغط الجوي في الجهة اليمنى لجهاز تفريغ الهواء فيتحرك الغشاء المرن الفاصل بين الجهتين باتجاه اليسار صاحباً ذراع فصل القابض وغشاء القابض الاحتكاكي فيفصل القابض بطريقة سهلة.

وعند فصل ذراع التعشيق يقوم مفتاح التلامس بقطع الدارة الكهربائية ويعود صمام التحكم لإغلاق الطريق أمام هواء الخلخلة، وبذلك يتساوى الضغط على جهتي الغشاء المرن في جهاز التفريغ ويرجع القابض إلى الوضع الطبيعي أي وضع التعشيق حيث يتحرك ذراع فصل القابض عكس حركته الأولى.



الشكل (3-5): قابض نصف أوتوماتيكي

4. القابض الاحتكاكي ومبدأ الاحتكاك:

درست فيما تقدم بعض أنواع القابض الاحتكاكي، وأنه يتم فيها نقل عزم التدوير بواسطة قوة الاحتكاك، التي تتولد من احتكاك سطحي قرص الاحتكاك بالأسطح الملامسة لها، وهي أسطح قرص الضغط والحدافة، حيث ينضغط قرص الاحتكاك (الصينية) بين الأسطح الأخرى بقوة هائلة بفعل النواياض، ويسمى الجزء المحتك من الصينية بالبطانة وهي من مادة الفايبر لكونها ذات معامل احتكاك مرتفع (من 0,3 - 0,5) فايبر - حديد. وبشكل عام يتوقف مقدرا الاحتكاك المتولد بين الأسطح المحتكة على ما يأتي:

- نوع المواد المحتكة حيث تزود قوة الاحتكاك بزيادة معامل احتكاك مادة قرص الاحتكاك مع الحديد.
- درجة حرارة البطانة: حيث تقل فاعلية الاحتكاك بارتفاع درجة الحرارة الأسطح المحتكة.
- جودة أسطح البطانة: حيث أن الأسطح الرطبة والتآفة لا يحدث بينها احتكاك يكفي لنقل عزوم كبيرة.

حساب القدرة المنقولة بواسطة القابض:

$$POWER = T * (2\pi N/60)$$

حيث أن:

عزم الدوران: $T (N.M)$

سرعة دوران المحرك $N: (RPM)$

ويمكن حساب عزم الدوران (T) بحساب قوة الاحتكاك الناشئة بين سطحي قرص الاحتكاك وكلاً من سطح الحذافة و سطح قرص الضغط وأيضا حساب نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك حسب المعادلة الآتية:

$$T = 2F_f * r_m$$

حيث أن:

F_f : قوة الاحتكاك لأحد سطحي قرص الاحتكاك ومضروبة في (2) لحساب سطحي الاحتكاك للقرص (N) .

R_m : نصف القطر المتوسط لقرص الاحتكاك (m) .

$$r_m = r_o + r_i / 2$$

r_o : نصف القطر الخارجي لقرص الاحتكاك (m).

r_i : نصف القطر الداخلي لقرص الاحتكاك (m).

$$F_f = S * \mu$$

حيث أن:

S: قوة ضغط الزنبركات (N).

μ : معامل الاحتكاك وهو يتراوح عادة ما بين (0.2 - 0.3)

ويمكن حساب قوة ضغط الزنبركات (S) بمعرفة الضغط المسموح به (p)

(surface pressur) وايضاً المساحة السطحية للبطانة الاحتكاكية لوجه واحد.

$$S = A * P \text{ (N)}$$

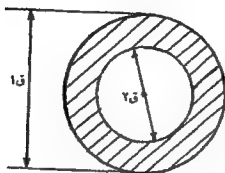
حيث أن:

A: مساحة سطح البطانة الاحتكاكية (M^2)

P: ضغط الزنبركات (N/M^2)

(قدرة المحرك، وزن المركبة، العزم المتولد في نظام نقل الحركة، كفاءة

عناصر نقل الحركة، والمقاومات المختلفة التي تعترض المركبة).



الشكل (3-6) حساب مساحة بطانة

الاحتكاك.

يمكنك أن تحسب قوة الاحتكاك

(ق ح) بمعرفة مساحة البطانة (س ح) وقوة

الضغط (ض) العمودي على البطانة، فمن

الشكل (3-6) يمكن حساب مساحة وجه

البطانة بمعرفة القطر الخارجي والداخلي

للبطانة كما يأتي:

$$\text{مساحة البطانة (س ح)} = \frac{\pi \frac{ق^2}{4} - \pi \frac{ق2^2}{4}}{2} \text{ حيث:}$$

1 ق : القطر الخارجي للبطانة.

2 ق : القطر الداخلي للبطانة.

$$\pi = \frac{22}{7} \approx 3,14 \text{ تقريباً.}$$

المثال (1-1):

احسب قوة الاحتكاك المتولدة في قابض مفرد القرص على وجه واحد

من أوجه البطانة المبينة في الشكل (3-6) علماً بأن ق₁ = 20 سم، ق₂ = 10 سم،

ض = 20 نيوتن/سم².

$$\text{(سطح الاحتكاك) س ح} = \frac{\pi \frac{ق^2}{4} - \pi \frac{ق2^2}{4}}{2} = \frac{20 \times 20 \times 3,14}{4} - \frac{10 \times 10 \times 3,14}{4}$$

$$= 314 - 78,5 = 235,5 \text{ سم}^2$$

وحيث أن ق ح = س ح × ض (ضغط)

$$\text{(قوة الاحتكاك) ق ح} = 20 \times 235,5 = 4710 \text{ نيوتن.}$$

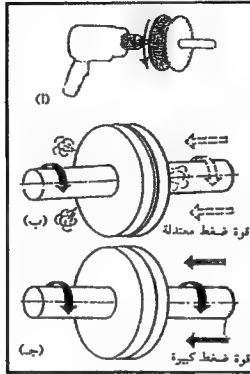
ثانياً: القابض الاحتكاكي مفرد القرص:

Single disc clutch :

يمكن تشبيهه عمل القابض الاحتكاكي مفرد القرص بقرصي جليخ، أحدهما يركب على طرف مثقب كهربائي والآخر يدور بحرية حول محوره.

ويمثل القرص المثبت على المثقب عجلة الحذافة للمحرك، والتي تدور معه كدوران هذا القرص مع المثقب. ويمثل القرص الآخر قرص الاحتكاك المتصل بعمود ادخال الحركة الى علبه المسننات (Gear box)، ويمثل الشكل (3 - 7) حركة هذين القرصين بمراحل ثلاث هي:

- يتحرك قرص المثقب فقط، عندما يكون القرصان متباعدين كما في الشكل (3 - 7) (أ). وهذا الوضع يمثل فصل القابض.
- يتحرك القرص الحر بشكل تدريجي وبسرعة أقل من سرعة قرص المثقب عن بداية التلامس (التلامس غير تام) كما في الشكل (3 - 7) (ب) ويحدث انزلاق.
- يدور القرصان كوحدة واحدة عند الضغط بقوة على القرص الحر حتى التلامس التام كما يبين الشكل (3 - 7) (ج). وهذا الوضع يمثل وضع التعشيق التام للقابض (اعتاق الدعسة والمحرك يدور) في حين يمثل الوضع (ب) التعشيق في أثناء بداية حركة السيارة وإنطلاقها تدريجياً، لينتقل العزم من المحرك إلى علبه المسننات بشكل تدريجي لحماية المحرك، والتحكم في سرعة السيارة أي الحصول على تسارع منتظم. وسوف تدرس المزيد عن القابض مفرد القرص في البنود اللاحقة.



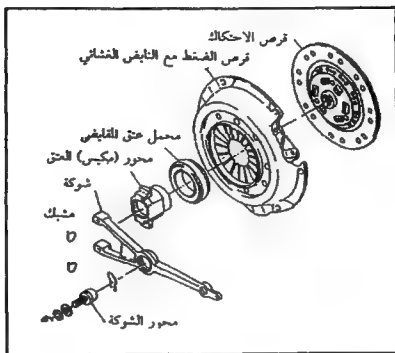
الشكل (3-7): تمثيل عمل القابض.

1. عجلة تنظيم السرعة، الحذافة (Fly Wheel):

وهي قرص من الحديد محاط بقرص فولاذي مسنن، وتثبت الحذافة بعمود المرفق من جهته الخلفية أي الجهة البعيدة عن صدر المحرك، حيث يتصل المحرك مع سكة علبه المسننات وتقوم الحذافة بالوظائف الآتية:

- تدوير وتشغيل المحرك عن طريق جهاز باديء الحركة (السلف) الذي يدير قرص الحذافة لبضع دورات حتى تبدأ دورة المحرك.
- تنظيم سرعات المحرك بعمل توازن في أثناء تغيير سرعة المحرك.
- نقل الحركة الدورانية إلى أجهزة نقل الحركة باعتبارها الجزء الأول للقابض.

ويبين الشكل (3-8) الحذافة والأجزاء الأخرى لتقاطيع احتكاكي مفرد القرص ذي نابض غشائي.



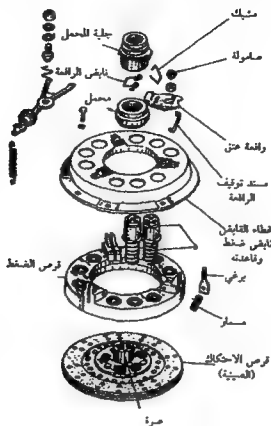
الشكل (3-8): قايض احتكاكي مفرد القرص ذو نابض غشائي وهو مفكك إلى أجزائه

2. غطاء القايض:

ويصنع من حديد الزهر، وتثبت عليه روافع فصل التعشيق كما يبين الشكل (3-9)، وقد تستبدل الروافع والنوابض بفشاء نابضي كالتنوع المبين في الشكل (3-8) ويثبت الغطاء مع الحذافة ببراعي.

3. قرص الضغط:

يصنع من حديد الزهر الكريوني لزيادة صلادته، ويثبت على أحد وجهيه من جهة الغلاف نوابض لولبية الشكل تعمل على إرجاع ذراع الدعسة. ويبين الشكل (3-9) هذا القرص مع نوابضه اللولبية.



الشكل (3-9): القابض ذو النوابض اللولبية

4. البطانة الاحتكاكية:

ويتكون من حلقة من الحديد المقسى. وتكون الحافة الخارجية للقرص ملبسة على وجهها ببطانة الاحتكاك بواسطة مسامير البرشام أو بمادة لاصقة. يوجد في وسط الصينية صرة أسطوانية ذات ثقب مشقّب (مخدّد).

وهذه الشقوق تدير عمود القابض الذي ينقل الحركة إلى علبه المستنات. ويمكنك بملاحظة دقيقة للقرص أن تستنتج أنه يتألف من جزئين منفصلين:

١. الجزء المركزي المخدد:

ويتكون من الصرة والنوابض اللولبية التي تمكنه من الحركة داخل الجزء الخارجي بشكل محدود.

وتعمل النوابض كمخمدمات تمتص الصدمة الأولى عند الضغط على الصينية بواسطة قرص الضغط تنحصر بينه وبين وجه الحذافة.

ب. الجزء الخارجي:

وتلبس عليه بطانة الاحتكاك التي تنقل عزم الدوران كما عرفت سابقاً ويبين الشكل (3 - 10) هذا القرص.

5. بيلية القابض:

يتكون المحمل من حلقة معدنية ملبسة بالجرافيت ليكون ضغطها على الروافع ليناً. وفي السيارات الحديثة تستعمل محامل كرياتية (Ball Bearing) أي ذات كريات، ويتم بواسطة المحمل الضغط على الروافع أو الغشاء النابضي والمحمل نفسه يتحرك بواسطة يد هلالية الشكل.

6. عمود القابض:

هو عمود مصمم يقوم بنقل الحركة من القابض إلى صندوق التروس.

7. الدعسة:

تستخدم لتشغيل القابض بالقدم غالباً. وتتكون من ذراع الدعسة ومحور تدور حوله الذراع ونابض لإرجاع الذراع إلى وضعه الطبيعي.

ثالثاً: طريقة تشغيل القابض:

نمعي بتشغيل القابض فصل عمود القابض عن المحرك بتحريك قرص الاحتكاك كما سبق وعرفت من وظائف الأجزاء، ثم يعود هذا العمود إلى دورانه عندما يعود قرص الاحتكاك إلى وضع الانضغاط والحركة. ويتم تشغيل القابض بطريقتين إما ميكانيكياً أو هيدروليكياً.

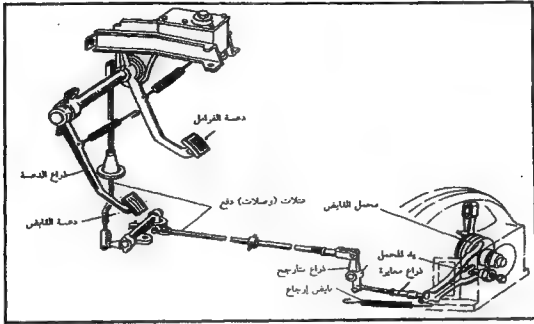
وسيتم شرح هاتين الطريقتين فيما يأتي:

أولاً: التشغيل الميكانيكي للقابض:

يستعمل هذا النوع من التشغيل في المركبات الثقيلة وبعض المركبات الخفيفة والشكل (3-10) يبين آلية انتقال الحركة ميكانيكياً.

وتتم هذه الحركة كما يأتي:

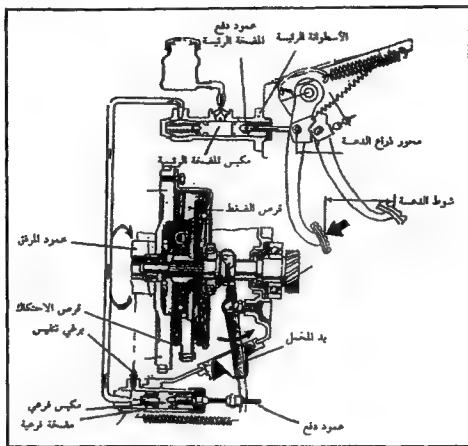
عند الضغط على دعة القابض يدور ذراع الدعة مع محوره فيحرك عتلة الدفع الأولى إلى الأسفل محدثة دوران محور متصل بالعتلة الثانية التي تتحرك بدورها للخلف، وتسحب معها ذراع التارجح الذي يدفع بطرفه الآخر اليد التي تمسك المحمل فتدور اليد بعكس اتجاه عقارب الساعة دافعة المحمل للأمام، فيضغط على روافع الأرجحة التي تحرك قرص الضغط بعيداً عن قرص الاحتكاك، فيتم فصل صندوق التروس عن المحرك. وتجرى عملية تعشيق القابض عند تخفيف الضغط على دعة القابض بشكل معاكس للفصل.



الشكل (3-10): التشغيل الميكانيكي للقابض

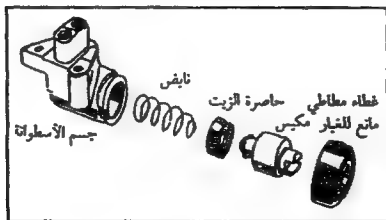
ثانياً: التشغيل الهيدروليكي للقابض:

يسهل التشغيل الهيدروليكي للقابض عمل القابض حيث يتم فصل القابض بليوننة. ويستعمل هذا النوع في معظم المركبات الخفيفة. والشكل (3-11) يبين آلية التشغيل الهيدروليكي بواسطة مضختين للقابض رئيسة وفرعية.



الشكل (3-11): التشغيل الهيدرولي للمقايض

تشغيل المقايض هيدروليكيًا بعد توضيح عمل مضخة المقايض الفرعية وهي مضخة ذات مكبس واحد تتكون من أسطوانة وغطاء مطاطي مانع للغبار ومكبس وحافضة زيت ونابض لولبي ويبين الشكل (3-12) أجزاء هذه المضخة.



الشكل (3-12): مضخة المقايض الفرعية

تتصل المضخة الرئيسية بالمضخة الفرعية عن طريق أنبوب توصيل (لاحظ الشكل (3-12)) عند الضغط على داسة القابض، يضغط الزيت في المضخة الرئيسية ويرسل إلى المضخة الفرعية عبر أنبوب التوصيل كما توضح الأسهم في الشكل (3-12).

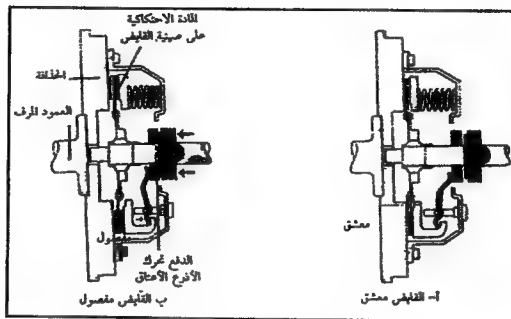
وتحت تأثير ضغط الزيت يتحرك مكبس المضخة الفرعية نحو اليمين، ويؤثر بحركته في عمود الدفع، الذي يحرك يد الحمل والحمل. ويحرك الحمل وضغطه على الروافع والعتلات التي تتحرك حول محورها ساحبة قرص الضغط بعيداً عن قرص الاحتكاك فيتوقف عن الدوران. ويتم فصل القابض عن المحرك، وهو ما يسمى بشوط الفصل، وفي شوط التعشيق (العتق) يعود قرص الاحتكاك إلى وضعه للضغط بفعل النوابض ويتحرك المحمل ويد الحمل، وعمود دفع المضخة الفرعية بعكس حركتها الأولى، ويرجع المكبس ليسار دافعا الزيت إلى المضخة الرئيسية.

محامل القابض:

يوجد نوعان من محامل القابض: هما:

1. المحمل الجرافيتي:

ويتكون من حلقة معدنية ملبسة بالجرافيت بحيث تعطي ليونة عند ضغطها على الروافع وهذا النوع استعمل للأنواع القديمة من القوابض وهي القوابض ذات اللولبية وروافع الاعتاق الثلاثة. ويتلف هذا النوع من المحامل بمجرد تأكل مادة الجرافيت على سطحها. ويبين الشكل (3-13) هذا النوع من المحامل وطريقة عملها.



الشكل (3 - 13): القابض ذو النوابض اللولبية بمحامل جرافيتية.

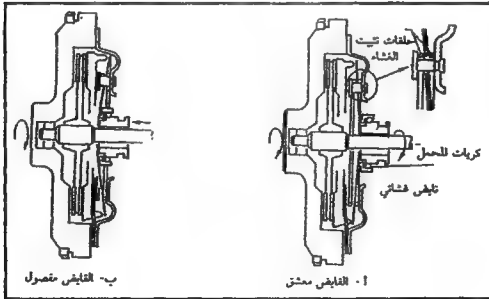
وتتم عملية فصل القابض بواسطة هذا النوع من المحامل كما يأتي:

يضغط محمل القابض على وسادة لينة مثبتة على الروافع الثلاثة في مركز قرص الضغط، فتتحرك هذه الروافع الثلاثة في مركز قرص الضغط، فتتحرك هذه الروافع إلى اليسار، وتدور حول محورها باتجاه عقارب الساعة، وبذلك تدفع قرص الضغط المثبت معها من طرفها الآخر إلى اليمين مبعدة إياه عن قرص الاحتكاك، ويتوقف بسبب ذلك عن الحركة لتوقف احتكاكه بالحدافة، وبذلك يتم فصل القابض. وفي عملية التعشيق تنعكس الحركات حيث تعتق الدعسة وترجع المحامل إلى اليمين، ويرجع قرص الضغط ليضغط قرص الاحتكاك على وجه الحدافة بفعل قوة النوابض ويتم التعشيق.

2. المحمل الكرياتي (الدحروجي):

ويتكون هذا المحمل من كريات داخل المحمل كما يبين الشكل (3-14). ويستعمل للقوابض ذات الغشاء النابضي، حيث لا يوجد روافع أو نوابض وإنما يقوم الغشاء بمهمتين هما:

- عند فصل القابض يقوم المحمل بالضغط على مركز الغشاء، فينقلب إلى اليسار، لأنه مثبت من طرفيه بالحلقات كما يبين الشكل (3-14) ويتحرك قرص الضغط المثبت معه من طرفيه إلى اليمين بعيداً عن قرص الاحتكاك ويتوقف قرص الاحتكاك عن الدوران.
- عند تشييق القابض يرجع المحمل الغشاء فينقلب إلى اليمين، ويقوم نتيجة ذلك بإرجاع قرص الضغط إلى اليسار ضاغطاً قرص الاحتكاك على الحذافة فيدور القرص، وبذلك يعمل الغشاء عملية التشييق المنفرد.



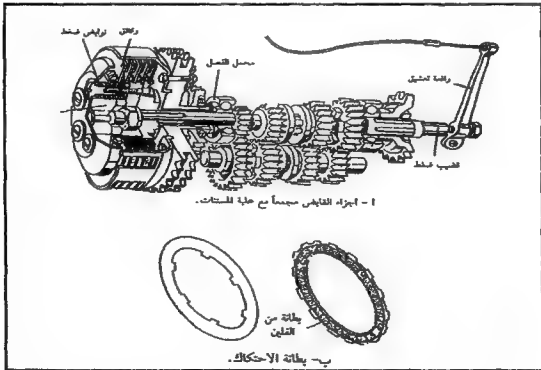
الشكل (3-14): القابض ذو الغشاء النابضي بمحامل كرياتيّة

القابض متعدد الأقراص:

يتميز هذا القابض بكونه ذا قطر صغير، ويشتمل على عدد كبير من الرقائق الاحتكاكية (الأقراص)، ويستعمل في الدرجات النارية.

1. تركيب القابض متعدد الأقراص:

يتكون القابض متعدد الأقراص من نفس أجزاء القابض مفرد القرص، مثل محامل الفصل وقرص الضغط ونوابض الضغط وقرص الاحتكاك. إلا أن الاختلاف الأكبر هو في تركيب قرص الاحتكاك. والشكل (3-15) يوضح تركيب هذا القابض. وتتكون الصينية (قرص الاحتكاك) من عدة رقائق مسننة من الدخيل والخارج. وتتصل الرقائق الخارجية مع عمود المرفق وتتحرك معه. كوحده واحدة مع رافعة. ويأخذ عمود القابض حركته من مجموعة الرقائق الداخلية والرافعة بواسطة صرة مشبقة (مخددة) كما في الشكل (3-15ب)).

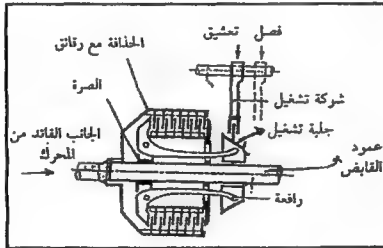


الشكل (3-15): أجزاء القابض متعدد الأقراص.

2. طريقة عمل القابض متعدد الأقراص:

يتم تشغيل القابض متعدد الأقراص بواسطة يد (شوكة تشغيل) تحرك مجموعة الرافعة والرقائق الداخلية، حتى يتم تلامس الرقائق الداخلية والخارجية، فتدور الرقائق الداخلية بسبب الاحتكاك. وتدير عمود القابض. ويبين الشكل (3-16) القابض متعدد الأقراص في وضع التعشيق ويلاحظ أن التعشيق تم بتحريك اليد (الشوكة) إلى اليسار. وعند الفصل يتم تحريك اليد (الشوكة) إلى اليمين. فتفصل الرقائق الخارجية عن الداخلية وبذلك يتوقف عمود القابض عن الدوران.

وتلاحظ أن مبدأ العمل في هذا النوع هو نفس مبدأ عمل القابض مفرد القرص، وهو نقل العزم عن طريق الاحتكاك. والفرق أن بعض هذه القوابض تستعمل مغمورة بالزيت لتخفيف الاحتكاك.



الشكل (3-16): عمل القابض متعدد الأقراص

خامساً: أعطال القابض وأسبابها وطرق علاجها:

يعمل التآكل التدريجي لبطانة الاحتكاك على تقريب قرص الضغط من الحذافة، وينتج عن ذلك تحرك روافع الفصل إلى الخلف، وهذه بدورها تدفع

المحمل والأذرع المؤدية إلى الدعسة مسببة ارتفاع الدعسة وتصبح غير مريحة للسائق، عند ذلك يتم معايرة الدعسة، أو تركيب بطائن جديدة. إن حركة الروافع إلى الخلف تؤدي إلى تلامسها مع المحمل باستمرار مما يؤدي إلى اضطرابها في وضع السير، وينتج عن ذلك انفصال جزئي للحركة وضعف نقل القدرة، ولذلك يجب باستمرار ضبط المسافة الحرة (خلوص الشوط). ويتم هذه المعايرة بواسطة صامولة الضبط.

من أهم المقاومات الخارجية التي تعترض المركبة في أثناء السير:

المقاومات التي تعترض المركبة:

تتولد في المركبة قوة محرك (BHP=IHP-FHP)

ويجب أن تكون هذه القدرة أكبر من جميع المقاومات التي تعترض المركبة حتى يتسنى لها السير على الطريق وتؤخذ بعين الاعتبار عوامل مختلفة منها.

1. مقاومة الهواء Air resistance:

تعتمد هذه المقاومة على عدة عوامل:

أ. وزن المركبة w (kg).

ب. سرعة المركبة الخطية v (mil/hr)، (km/hr)

ج. مساحة مقطع المركبة A (m^2)

يصرف جزء من هذه القدرة (قدرة المحرك) لتتغلب على مقاومة الهواء.

$$R_a \propto A V^2$$

$$R_a = k. A. V^2$$

$$= 0.0473 * C_a * A * V^2$$

حيث أن:

K : معامل يتعلق بشكل المركبة.

C_a : معامل مقاومة الهواء = 0.8

ويحسب مساحة مقطع المركبة بالمعادلة الآتية:

$$A = 0.8 b.h$$

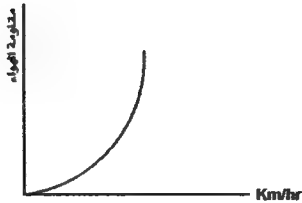
حيث أن:

b : عرض السيارة {m}

h : ارتفاع السيارة {m}

والمنحنى المبين بالشكل (3-17)

يمثل العلاقة بين مقاومة الهواء وسرعة السيارة.



بالشكل (3-17)

2. مقاومة التدحرج (Rr) {kg} (rolling resistance):

يصرف جزء من قدرة المحرك للتغلب على مقاومة التدحرج عند سرعة 80 كم/ ساعة تعتبر مقاومة الهواء مساوية لمقاومة التدحرج وذلك في المركبات الصغيرة $V = 80 \text{ kg/hr} \rightarrow R_a = R_r$ وفي الشاحنات $V = 80 \text{ kg/hr} \rightarrow R_a = 1.5R_r$

تعتمد مقاومة التدحرج على العوامل الآتية:

1. وزن المركبة W.
2. نوع الإطار.
3. نوع الطريق.
4. معامل الاحتكاك بين الإطار والطريق.
5. صلاحية محاور الدوران.

تكون مقاومة التدحرج اكبر ما يمكن عند بدء حركة المركبة، وتنخفض مع ازدياد السرعة الخطية وثبات باقي المتغيرات.

تقدر مقاومة التدحرج من (0,4 - 0,5) من وزن المركبة.

لذلك يترك معامل أمان عند حساب قدرة المركبة على اعتبار أن جميع المقاومات السابقة هي قيم متغيرة وتقريبية.

$$R_r = \mu r^*w$$

حيث أن :

W : وزن المركبة (N)

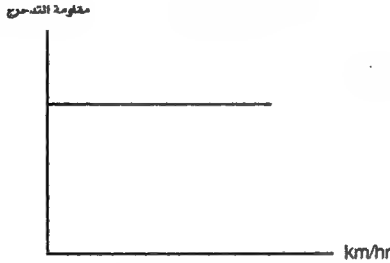
μ : معامل احتكاك الطريق الاسفلتية.

أي أن مقاومة التدحرج (R_r) تساوي :

$$R_r = (2|100)w$$

تزداد مقاومة التدحرج عند ازدياد السرعة الخطية عن 100 كم/الساعة

ويبين الشكل (3-18) منحنى مقاومة التدحرج مع السرعة.



الشكل (3-18)

3. مقاومة النحدر (R_s) (slope resistance):

أثناء صعود المركبة في منحدر فإن القدرة المطلوبة لرفع السيارة للإمام تقدر $\{0.1(1\10w)\}$ وفي النزول تضاف هذه القيمة إلى القدرة المتولدة كونها قدرة مكتسبة من التسارع.

وتقدر مقاومة المنحدر حسب طبيعة الميل (الانحدار) بين (0,08,05,0)، (0,25) من وزن المركبة وهذه النسبة تتغير تبعاً لتغير زوايا الميل.

$$R_s = G \cdot \text{Slope ratio}$$

$$= G \cdot \tan a$$

$$= G \cdot h/l$$

$$(G=W)$$

وعادة تعطى نسبة الميل لإيجاد مقاومة المنحدر (الصعود)

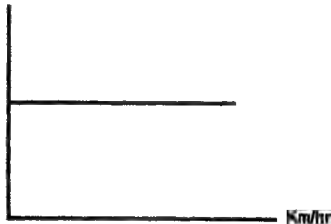
مجموع المقاومات الكلية:

$$R_{\text{total}} = R_a + R_r + R_s$$

$$= AKV^2 + 0.02W + W \cdot \text{slope}_{\text{ratio}} \text{ kg}$$

ويبين الشكل (3-19) منحنى مقاومة الصعود (المنحدر).

مقاومة الصعود (Kg)



الشكل (1-19)

ملاحظة:

يمكن اعتبار مقاومة المنحدر R_s صفر عندما تكون الطريق مستوية.

3. القدرة المبثولة في مقاومة الحركة (قدرة السير) Driving power:

$$\text{Driving power} = R_t \cdot v / M_{\text{total}}$$

R_t : مجموع المقاومة الكلية.

V : سرعة المركبة كم/ساعة.

M : الكفاءة الكلية للمركبة.

مثال،

الوزن	$W=28 \text{ KN}$
معامل احتكاك التدحرج	$M_r=0.02$
السرعة	$V=30 \text{ Kg/hr}$
معامل مقاومة الهواء	$C_a=0.8$
الكفاءة الكلية	$= 80\%$
عرض الشاحنة	$B=2.45 \text{ m}$
ارتفاع الشاحنة	$h=2 \text{ m}$

احسب:

1. مقاومة التدحرج:
2. مقاومة الهواء.
3. قدرة السير لشاحنة.

(1) مقاومة التدحرج Rolling Resistance:

$$R_r = M_r \cdot w$$

$$R_r = 0.0 \cdot w$$

$$=28000*0.02$$

$$=560\{N\}$$

(2) : مقاومة الهواء ، Air Resistance

$$Ra = 0.0473 * Ca * A * V^2$$

$$A = 0.8 * b * h$$

$$= 0.8 * 2.45 * 2.7$$

$$= 5.292 \{m^2\}$$

$$Ra = 0.0473 * 0.8 * 5.292 * (30 * 1000, 3600)^2$$

$$= 13.9 \{N\}$$

(3) : القدرة الشاحنة على المسير Driviing power

$$\text{Driviing power} = Rt * V / \mu t$$

$$Rt = Rr + Ra + Rs$$

$$Rt = 560 + 13.90 + 0$$

$$= 573.9 \{N\}$$

$$Rs = 0 \text{ لأن الطريق مستوي}$$

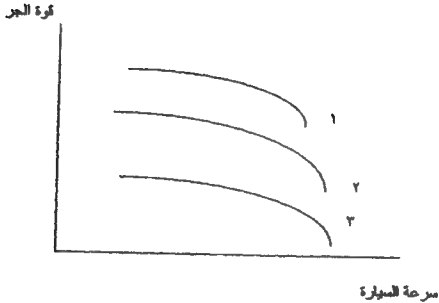
$$\text{Driving power} = 57309 * 30 * 1000 * 100 / (80 * 3600)$$

$$= 5978 \text{ W}$$

منحنيات قوة الجر بالنسبة للسرعة:

1. يمثل المنحنى رقم (1) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات البطيئة.
2. يمثل المنحنى رقم (2) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات المتوسطة.
3. يمثل المنحنى رقم (3) العلاقة بين قوة الجر للسيارة وسرعتها بالنسبة للسرعات العالية.

وذلك حسب ما هو مبين بالشكل (3-20)



الشكل (3-20)

اسئلة الواحدة الثالثة

سؤال (1): ما هي وظيفة القابض الرئيسية؟

سؤال (2): أذكر انواع القوابض بشكل عام؟

سؤال (3): احسب قوة الاحتكاك المتولدة في قابض مفرد القرص على وجه واحد من وجه بطانة الاحتكاك لصينية القابض علماً أن:

ا. قطر بطانة الاحتكاك لصينية القابض الخارجي 25Cm.

ب. قطر بطانة الاحتكاك لصينية القابض الداخلي 15Cm.

ج. الضغط المتولد من القابض على الصينية 20N/Cm².

سؤال (4): ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. اذا دخل هواء الى نظام التشغيل الهيدروليكي للقابض لذلك لابد من:

ا. معايير خلوص التهوية

ب. معايير خلوص الشوط

ج. طرد الهواء من النظام

د. زيادة كمية الزيت

2. خلوص التهوية للقابض هو المسافة بين:

ا. قرص الضغط وقرص الاضغاط

ب. قرص الضغط والحناطة

ج. الوضع الحر للدعسة

د. حركة الدعسة قبل الفصل

3. يعمل القابض على نقل الحركة من:

ا. صندوقا التروس والمحور الخلفي

ب. المحور الخلفي والعجلات

ج. المحرك وصندوق التروس

د. صندوق التروس وعمود الاداره

4. تعتمد مقاومة الهواء للمركبة على:

- أ. وزن المركبة
- ب. سرعة المركبة
- ج. مسافة مقطع المركبة
- د. كل ما ذكر صحيح

5. يعتبر مقاومة المنحدر RS صفراً عند ما تكون:

- أ. السيارة تسير في منحدر
- ب. السيارة تسير صعوداً
- ج. السيارة تسير بطريقة مستوية
- د. كل ما ذكر صحيح

سؤال (5): بين بالرسم المقاومات التي تتعرض لها المركبة أثناء السير؟

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات الصادي

Gear box

الوحدة الرابعة

صندوق السرعات العادي

الغرض من صندوق السرعات في السيارة:

1. لنقل قدرة المحرك الى بقية أجهزة نقل الحركة الأخرى ومنها الى العجلات الأمامية أو الخلفية وفق تصميم تلك السيارة.
2. يمكن بواسطته تحويل سرعة السيارة الى سرعات مختلفة وفقاً للحاجة.
3. يعمل على زيادة عزم المحرك أثناء السحب أو صعود المرتفعات.
4. يساعد على تحريك السيارة عند بدئها من السكون.
5. يمكن بواسطته الحصول على سرعة خلفية للسيارة.
6. يعمل كفاصل لحركة المحرك عند بقية أجهزة نقل الحركة وذلك عندما تكون مستناته في وضع الحياد (Neutral).

أنواع صناديق السرعة من حيث التعشيق:

1. صناديق ذات تروس تعشيق انزلاقية.
2. صناديق ذات تروس تعشيق دائم.
3. صناديق ذات تروس توافق.
4. صناديق التروس الفلكية.

1. صناديق ذات تروس تعشيق انزلاقي:

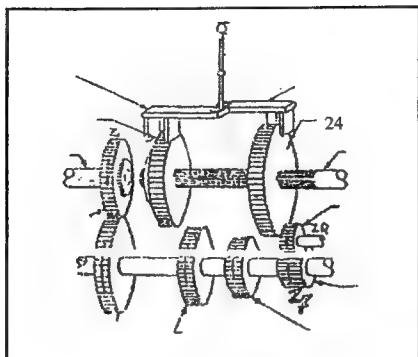
مكونات صندوق التروس المنزلقة:

1. عمود القابض. (input-shaft).
2. عمود النقل الوسيط (Counter shaft).
3. العمود الرئيس (output shaft).
4. اذرع ووصلات التعشيق والفصل.
5. تروس الرجوع الوسيط (Reverse).
6. الغلاف (علبة التروس).
7. المحامل وحلقات منع التسرب (Bearing and oil seals).
8. زيت تزييت تروس السرعات.

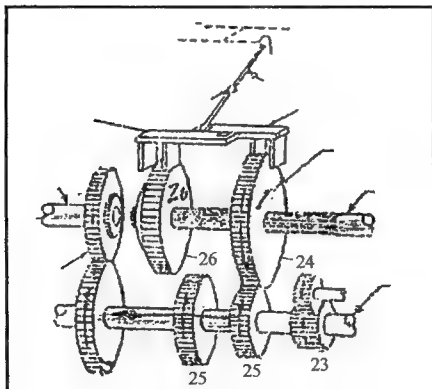
ويستعمل زيت صندوق التروس للأغراض الآتية:

1. يحفظ التروس من التآكل نتيجة الاحتكاك.
2. يقلل من القدرة المفقودة بالاحتكاك بين أسنان التروس.
3. يحمي أجزاء صندوق التروس من الصدأ.
4. يعمل على تبريد تروس السرعات.

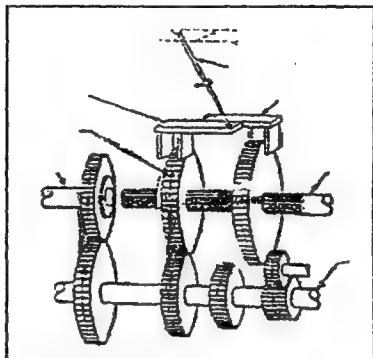
كل سرعة من السرعات (الغيارات) يوجد لها ترسين في العادة ترس على عمود النقل الوسيط وترس على العمود الرئيس، تنقل الحركة عبر صندوق التروس من العمود الداخل الى الصندوق الخارج منه من خلال هذه التروس المذكورة.



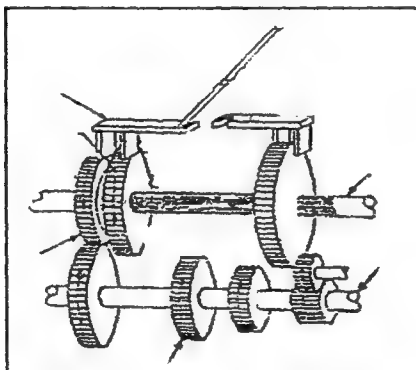
شكل (1-4) وضع الحياد (Neutral)



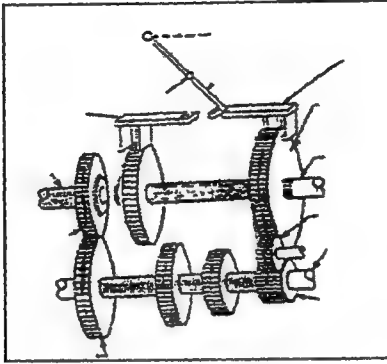
شكل (2-4) غيار السرعة البطيئة (الأول)



شكل (3-4) غيار السرعة الثانية (الثاني)



الشكل (4-4) غيار السرعة الثالثة (ثالث)



الشكل (4-5) خيار الرجوع (Reverse)

صندوق تروس التعشيق التزامني (Synchronizer Gear Box):

يستعمل هذا النوع التروس الحلزونية ذات التعشيق الهادئ السلس بالإضافة الى أن التروس المركبة على العمود الرئيس تظل في مواقع ثابتة ولا يتم تحريكها محورياً بينما في صندوق السرعات الانزلاقي تتحرك التروس حركة محورية على العمود الرئيس.

نظرية عمله:

1. يدور ترس السرعة حراً على العمود الرئيس بمعنى أنه غير مثبت على العمود الرئيس كما في النوع الانزلاقي، الترس يرتكز في دورانه على محمل خاص يسمح له بالحركة الحرة فوق العمود الرئيس، أي بإمكان الترس الدوران بحرية مع عمود النقل الوسيط في حاله الحياد (النيوترل).

2. يحتوي الترس في العمود الرئيس على مسن خارجي (جانبى) وحافة مخروطية السطح لفرض تعشيقه مع المزامن ولا يوجد مثل هذا النظام في النوع الانزلاقي.

3. تروس السرعات على العمود الرئيس معشق بشكل دائم مع تروس السرعات التي على عمود النقل الوسيط وتدور معها ولكونها حرة على العمود الرئيس لا تنتقل حركتها إلى الرئيس إلا إذا تم الربط بينها وبين جهاز التعشيق التزامي في حين النوع الانزلاقي لا تكون معشقة بشكل دائم مع تروس العمود الوسيط.

جهاز التزامن (Synchronizer):

1. يتكون جهاز التزامن من الأجزاء الآتية:

1. حلقة التزامن الداخلية (hup):

تحتوي على تسنين خارجي، أما التسنين الداخلي فهو لتثبيتها على العمود الرئيس، أما التسنين الخارجي فهو لتثبيتها مع الجلبة الخارجية للجهاز كما تحتوي الحلقة الداخلية أيضا على سطحين مخروطيين داخليين.

2. جلبة المزامن الخارجية (synchronizer sleeve):

وهي تحيط بالحلقة الداخلية وهي تحتوي على أسنان داخلية تعشق بشكل دائم مع أسنان الحلقة، ويمكن للجلبة الخارجية أن تتحرك حركة محورية انزلاقية محدودة فوق الحلقة الداخلية إما لليمين أو لليسار حسب المطلوب.

3. الكرات المانعة (كرات التثبيت):

تحتوي الحلقة الداخلية على ثقبين تحتوي على كرات مضغوطة إلى مجرى في السطح الداخلي للحلقة بواسطة زنبركات.

وهذه الكرات تعمل كوسيلة ربط، لكي تمنع الحركة الانزلاقية فوق الحلقة إلا عند التعشيق فقط.

فعندما نريد تعشيق أحد الفيارات نحرك ذراع الفيار بالاتجاه المحدد فتتحرك شوكة الفيار والتي تتواجد بشكل دائم حول المجرى المفتوح في الحلقة الخارجية للمزامن.

ب. مبدأ عمل المزامن:

تدفع الشوكة المرتبطة بذراع غيار السرعة جلبية المزامن فتتحرك مجموعة المزامن (الجلبية الخارجية + الجلبية الداخلية) باتجاه الترس المطلوب فوق العمود الرئيس إلى أن تتحرك الحلقة الداخلية للمزامن مع الجلبية الخارجية بفعل كرات التثبيت إلى أن يدخل مخروط الترس في المخروط الداخلي لحلقة المزامن فيلتصق السطحان المخروطيان مما يجعل المزامن يدور مع دوران ترس السرعة وينفس سرعته وهذا يتم بالطبع أثناء ضغط دعسة القابض، وهذا ما يسمى بعملية التزامن أي يجعل العمود الرئيس يدور بنفس سرعة ترس السرعة واستمرار الدفع لذراع الفيار تعمل الشوكة على دفع الجلبية الخارجية فتضغط كرات التثبيت داخل ثقبها ضغط بفعل الزنبرك فتتزلق الجلبية الخارجية وتعشق مع المسنن لترس السرعة ويتم التعشيق بشكل سلس وهادي وبدون أي مشاكل.

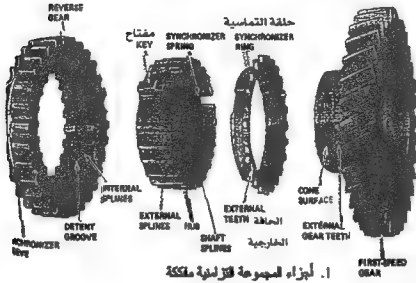
وعادة يعمل المزامن الواحد بين ترسي السرعة داخل صندوق التروس، يصمم صندوق التروس تصميمًا آخر للمزامن حيث تستعمل وسيلة لضمان التعشيق السلس الهادي وذلك باستعمال حلقة مسننة جانبية خاصة بالمزامن تمنع تعشيق جلبية المزامن مع مسنن ترس السرعة إلا بعد حصول حالة التزامن التام بين التروس والمزامن لضمان عدم احتكاك المسننات.

ويبين الشكل (4 - 16) أجزاء المجموعة التزامنية مفككة.

وبين الشكل (4-6) عمل المجموعة التزامنية في عملية التمشيق.

توضيح السرعات المختلفة لصندوق التروس حسب الرسومات الموضحة لكل من المزامن وصندوق التروس في الشكل (4-7).

Fig.43-12 Adisassembled Synchronizer.(Chevrolet Division of General Motors Corporation).



1. أجزاء المجموعة لتزمنة ملكة

شكل (4-16) تروس السرعة الأولى

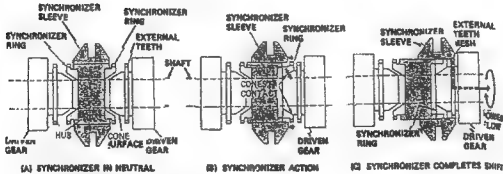
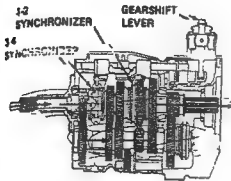


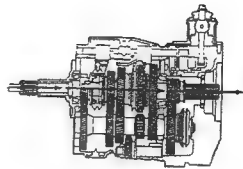
Fig. 43-13 Operation of the synchronizer to engage a gear. (Deere & Co.)

ب. عمل المجموعة التزامنية في عملية التمشيق

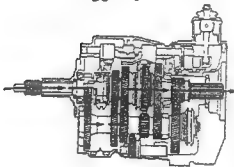
شكل (4-6) ب



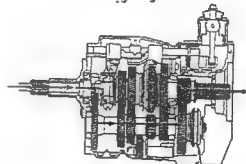
(A) FIRST GEAR
السرعة الأولى



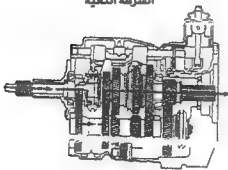
(D) FOURTH GEAR
السرعة الرابعة



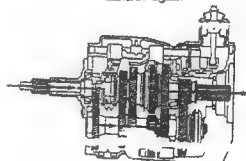
(B) SECOND GEAR
السرعة الثانية



(E) FIFTH GEAR
السرعة الخامسة



(C) THIRD GEAR
السرعة الثالثة

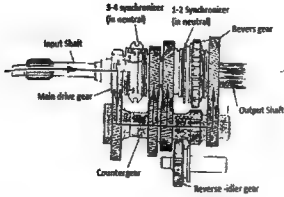


(F) REVERSE
السرعة العكسية

تتابع سريان القدرة في صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات بالإضافة للسرعات العكسية

الشكل (4-7)

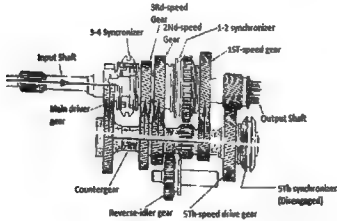
Assembled gear train showing the additional parts needed to make (A) a four-speed manual transmission into a (B) five-speed manual transmission. (General Motors Corporation).



الشكل (A) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي أربع سرعات.

(A) Four-speed Manual Transmission
(8-4) A

الشكل (B) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات



(B) Five-speed manual Transmission
(8-4) B

الشكل (A) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي أربع سرعات

الشكل (B) يمثل أجزاء صندوق تروس دفع خلفي ذي خمس سرعات

حساب نسب النقل لصندوق التروس لتحويل عزم الدوران وتغير سرعة الدوران وتغير سرعة الدوران:

يتم تغير عزم دوران المحرك (T) وسرعة دورانة (N) لكي يتناسب مع جميع ظروف قيادة السيارة ويتم هذا التغيير كما ذكرنا سابقا باستخدام نسب مراحل النقل (نسب التروس) للغيرات المختلفة.

حيث ان:

GR:نسبة النقل عبر صندوق التروس.

GR1: نسبة نقل السرعة الأولى.

GR2: نسبة نقل السرعة الثانية.

GR3: نسبة نقل السرعة الثالثة.

GR4:نسبة نقل السرعة الرابعة.

GR.R:نسبة نقل الرجوع.

N: سرعة دوران المحرك.

NO: سرعة دوران العمود الرئيس، وتعتبر سرعة دوران مجموعة نقل الحركة.

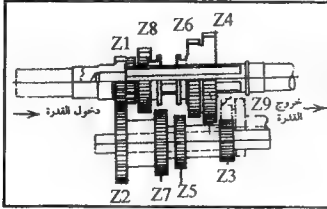
Z1, Z2: عدد أسنان تروس المناولة وتتمثل في ترس القابض Z1، والترس المعشق من العمود الوسيط Z2.

Z3...Z10: تروس السرعات المختلفة.

TO: عزم الدوران عند مخرج صندوق التروس.

T: عزم دوران المحرك.

الشكل (4-9) يمثل تروس السرعات في صندوق تروس له 4 سرعات امامية بالإضافة لسرع الرجوع موزعة كما يلي:



Z3-Z4: تروس السرعة الاولى.

Z5-Z6: تروس السرعة الثانية.

Z7-Z8: تروس السرعة الثالثة.

شكل (4-9)

اما السرعة الرابعة فهي سرعة مباشرة تتم بين العمود الرئيس وتروس القابض Z1 مباشرة.

$$GR = N/NO = TO/T$$

نسبة النقل في الصندوق السرعات = سرعة دوران المحرك / سرعة دوران العمود الرئيس.

= عزم الدوران الخارج من الصندوق (العمود الرئيس) / عزم الدوران المحرك.

$$GR1 = (Z2/Z1) * (Z4/Z3)$$

= حاصل ضرب التروس المتقادة / حاصل الضرب التروس القائدة

$$GR2 = Z2/Z1 * Z6/Z5$$

$$GR3 = Z2/Z1 * Z8/Z7$$

نقل مباشر 1:1 GR4=

$$G.R.R=Z2/Z1*Z10/Z9$$

مثال (1):

تسير سيارة على السرعة الثانية وكان المحرك يدور بسرعة (3200 دورة/دقيقة) وعزم دورانه (نيوتن متر 120 T=) فإذا كان عدد أسنان التروس الناقلة هي كما يأتي:

Z1: ترس العمود القابض 25 سن.

Z2: ترس السرعة العمود الوسيط المعشق مع ترس القابض (40) سن.

أما عدد أسنان تروس السرعة الثانية فهي:

Z6: ترس السرعة الثانية على العمود الرئيس (40) سن.

Z5: ترس السرعة الثانية على العمود الوسيط (25).

احسب ما يأتي:

1. نسبة النقل في غيار السرعة الثانية (GR2).

2. سرعة دوران العمود الرئيس عند نفس سرعة النقل (NO).

3. عزم الدوران عند مخرج صندوق التروس (TO).

$$GR2=Z2*Z6/Z1*Z5=40/25*25=2.56:1$$

$$GR2=N/NO$$

$$2.56=3200/NO \rightarrow NO=3200/2.56=1250 \text{ RPM}$$

$$GR=TO/T$$

$$2.056=TO/120 \rightarrow TO=120*2.056=307.2(N.M)$$

مثال(2):

مركبة تسير على منحدر حيث كانت نسبة النقل في صندوق التروس هي (2.025:1) وكانت سرعة الدوران المنقولة من العمود الرئيس إلى مجموعة نقل الحركة هي (2100 RPM)

احسب: سرعة دوران المحرك.

$$G.R=N/NO, 2.025=N/2100 \rightarrow N=(4252 \text{ RPM})$$

مثال(3):

يبلغ عزم الدوران عند مخرج صندوق تروس ذو أربعة سرعات القيم الآتية:

$$TO \text{ في السرعة الاولى} = 455.6(N.M)$$

$$TO \text{ في السرعة الثانية} = 235.2(N.M)$$

$$TO \text{ في السرعة الثالثة} = 145.6(N.M)$$

$$TO \text{ في السرعة الرابعة} = 100.8(N.M)$$

احسب ما يأتي:

1. نسبة النقل للسرعات المذكورة، اذا كان عزم دوران المحرك يساوي 112(N.M).

2. سرعة دوران العمود الرئيس خلال السرعات الاربعة، اذا كانت سرعة دوران المحرك عند العزم المذكور 2000(RPM).

$$1. \quad G.R = T_O / T \quad .1$$

$$GR1 = 425.6 / 112$$

$$= 3.8:1$$

$$GR2 = 235.2 / 112$$

$$= 2.1:1$$

$$GR3 = 145.6 / 112$$

$$= 103:1$$

$$GR4 = 100 / 112$$

$$= 0.9:1$$

$$G.R=N/NO$$

.2

$$NO=N/G.R$$

$$NO1=2000/3.8$$

$$=526.31 \text{ RPM}$$

$$NO2=2000/2.1$$

$$=952.38 \text{ RPM}$$

$$NO3=2000/1.3$$

$$=1538.46 \text{ RPM}$$

$$NO4=200/0.9$$

$$=2222.22 \text{ RP}$$

المحركات والمفاتيح التي تُركب على غلاف نظام نقل الحركة في الدفع الأمامي:

محركات ومفاتيح متعددة تُركب على غلاف نظام الحركة في الدفع

الأمامي وهذه المفاتيح والمحركات تسمح لأجهزة عديدة للعمل عن طريق حركة رافعة، الغيارات (عصاه الجير أو الوصلات) (Gear shift lever).

المجس أو المفتاح يتحكم في دوائر كهربائية أو يعطي وضعية صندوق السرعات أو معلومات عن سرعة المركبة ، ومن هذه المفاتيح والمجسات ما يأتي:

1. مفتاح التحكم في الشرارة بواسطة جهاز نقل الحركة:

(Transmission controlled spark switch(TCS))

نظام (TCS) هو نظام التحكم في الغازات العادمة يستخدم في سيارات عديدة التي يوجد فيها نظام تقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم المركب على موزع الشرارة.

المفتاح يفتح ويمنع تقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم عند جميع السرعات ما عدا السرعة الثالثة إذا كان صندوق التروس ثلاث سرعات.

أو الغيار الرابع إذا كان صندوق السرعات أربع سرعات في هذه السرعات المفتاح يغلّق ويسمح بتقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم.

وتقديم الشرارة بواسطة الفاكيوم في السرعات الأخرى يمكن أن يؤدي الى زيادة انبعاث الغازات العادمة.

2. مفتاح الضوء الخلفي (Back up - Light switch):

عند وضع مفتاح التشغيل على وضعية (ON) ووضع رافعة الغيار على وضعية (Revers) الوصلة تغلق مفتاح الضوء الخلفي وتعمل على توصيل التيار الكهربائي للأضوية الخلفية.

3. قياس سرعة المركبة (سلك قياس السرعة)(Speedometer Drive):

في معظم المركبات سلك قياس السرعة الميكانيكي يدور بواسطة زوج من المسننات في أنظمة نقل الحركة (الدفع الخلفي) أو الدفع الأمامي.

يوضع مسنن قياس السرعة على مخرج محور نقل الحركة.

وتنتقل حركة مسنن السرعة بواسطة كيبيل (سلك) للوحة القيادة (التابلو).

4. مجس سرعة المركبة (vehicle speed Sensor):

سيارات عديدة يوجد بها مجس سرعة المركبة الإلكتروني.

مجس سرعة محور الدوران في صندوق التروس يرسل إشارة اهذه السرعة

إلى اللوحة الالكترونية ولوحدة التحكم الإلكتروني (ECM).

5. مفتاح السلامة الحيادي (Neutral-Safety Switch):

التحكم في دائرة نظام بدء الحركة يحتوي على مفتاح سلامة، أو مفتاح

السلامة الحيادي في الأنظمة الحديثة يكون مركب على غلاف صندوق التروس، في

بعض السيارات التي يكون فيها نظام صندوق السرعات اليدوي في الدفع الخلفي أو

الأمامي، حيث لا يتم تشغيل المركبة إلا إذا كان وضع صندوق السرعات في الوضع

الحيادي.

وهذا يفلق مفتاح السلامة ويكمل الدائرة الكهربائية لتشغيل مبدلة التيار

أو المفتاح الكهرومغناطيسي.

أسئلة الوحدة الرابعة

سؤال (1)؛ عدد انواع صناديق السرعة من حيث التعشيق؟

سؤال (2)؛ اذكر الهدف من استعمال الزيت في صندوق التروس العادي؟

سؤال (3)؛ ضع دائرة حول الجواب الصحيح؟

1. عند وضع السرعة المحايدة في صندوق التروس فإن العزم يكون؛

- أ. اكبر ما يمكن ب. اقل ما يمكن
ج. السرعة عالية جداً د. لا شيء مما ذكر

2. عند وضع صندوق التروس على السرعة المباشرة فإنه يكون؛

- أ. السرعة اعلى ما يمكن ب. العزم اقل ما يمكن
ج. أ+ ب د. العزم اعلى ما يمكن

3. الهدف من الحلبة النحاسية في صندوق التروس هو؛

- أ. إعطاء تعشيق جيد ب. تعشيق هادئ دون أزعاج
ج. التخلص من التعشيق د. ب+ ج

4. ترسان عدد اسنانها على التوالي 30، 60 سنناً فإن نسبة التخميض اذا كان

الترس الاول فائداً هو :

- أ. 1:2 ب. 2:1
ج. 1:3 د. 3:1

5. إذا كان عدد اسنان مجموعة التروس الأول هو $1 = 43$ ، س $2 = 58$ ، س $3 = 30$ ، س $4 = 60$:

فإن نسبة التخليض تساوي:

ب. 3,75

ا. 4,75

د. 3,57

ج. 7,35

الوحدة الخامسة

صندوق التروس
الفلكية

الوحدة الخامسة

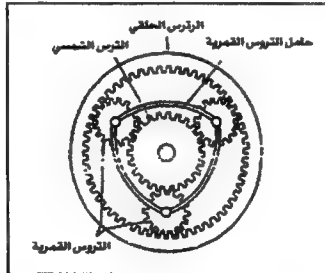
صندوق التروس الفلكية

تمتاز التروس الفلكية المستخدمة في صندوق السرعات الآلي بعدد من الامتيازات مقارنة بالتروس المستخدمة في صندوق السرعات العادي ومنها:

1. قوة المجموعة ومتانتها، لوجود عدد كبير من التروس تعشيقاً تعشيقاً دائماً.
2. المجموعة في حالة تعشيق دائم، فلا يحدث فيها انزلاق كما هو الحال في صندوق السرعات يحدث تخفيض في نسبة النقل.

ويمكن توضيح نظرية عمل المجموعة الفلكية الموضحة في الشكل (5-1) على النحو التالي:

1. عندما يكون حامل مجموعة التروس القمرية هو المقاد اي ان عمود النقل الى صندوق السرعات ويحدث تخفيض في نسبة النقل.



الشكل (5-1)

2. عندما يثبت اي جزاين معا، يدuran بالسرعة الدورانية نفسها وباتجاه واحد اي انهما قائدان، فان نقل الحركة في هذه الحالة يكون مباشراً.

3. عندما يكون حامل التروس القمرية هو القائد، فهناك زيادة في السرعة الدورانية.
4. عندما يثبت حامل التروس القمرية تعمل هذه التروس بوضعها تروسا وسيطة فيدور محور الدوران بالاتجاه المعاكس لدوران المحور الداخل.
5. عندما لا يثبت أي من العناصر فإن المجموعة تكون في وضع الحياد.

السرعة البطيئة Low Speed:

تتحقق السرعة البطيئة عندما يكون الترس الشمسي هو القائد والترس الحلقي ثابت.

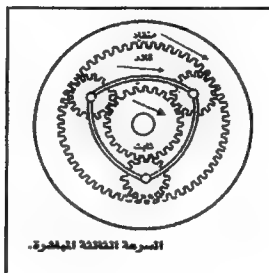
السرعة الوسيطة Intermediate Speed:

تسمى هذه السرعة السرعة الثانية ويكون الترس الحلقي هو القائد والشمسي ثابت، والحامل للتروس الفلكية هو المقاد.

ويدور الترس الحلقي باتجاه عقارب الساعة في حين تدور التروس القمرية باتجاه الدوران نفسه.

السرعة المباشرة Direct Speed:

في معظم صناديق السرعات الآلية يتم الحصول على السرعة المباشرة (الثالثة) ببتثبيت الترس الشمسي والترس الحلقي معا الى عمود نقل الحركة وذلك ككما هو في الشكل (5-2).

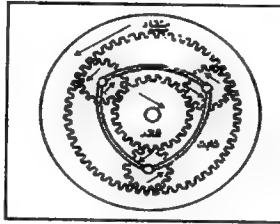


الشكل (5-2)

وهذا يعني دوران الترس الشمسي والحلقي بالسرعة نفسها في الاتجاه نفسه وفي هذه الحالة، فان حامل التروس القمرية لا يدور، اي ان مجموعة التروس الفلكية ستدور كقطعة واحدة بسرعة عمود نقل الحركة نفسها.

السرعة الخلفية المنخفضة Reverse reduction Speed:

في صناديق السرعات جميعها يستعمل للحصول على السرعة العكسية (R) الترس الشمسي بوصفه ترسا قائدا او مدخلا للحركة الى المجموعة الفلكية، ويثبت الحامل للترس القمرية، ويكون الترس الحلقي هو المتحرك كما هو مبين في الشكل (3-5).



الشكل (3-5)

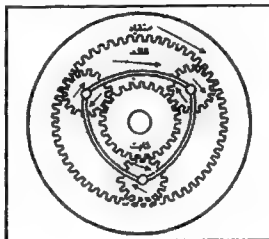
وعند تثبيت الحامل تعمل التروس القمرية بوضعها ترسا وسيطاً لهذا تعكس اتجاه الحركة الدورانية للترس الحلقي لان التروس القمرية تتحرك حركة دورانية حول محورها فقط.

وهذا يؤدي الى دوران الترس الحلقي بعكس اتجاه دوران الترس الشمسي وفي هذه الحالة تخفض السرعة، ويمكن حسابها كما يأتي:

$$\text{نسبة تخفيض} = \frac{\text{عدد اسنان الترس الحلقي}}{\text{عدد اسنان الترس الشمسي}} < 1$$

زيادة السرعة First Overdrive.

هو دوران المحور الخارجي من المجموعة بسرعة أعلى من السرعة الداخلة الى المجموعة (دوران المنقاد بسرعة أعلى من القائد) يوضح الشكل (4-5).



الشكل (4-5)

مبدأ عمل السرعة الزائدة في نظام نقل حركة عادي، حيث يعمل حامل التروس القمرية بوصفه ترساً مقاداً ويؤدي الى دوران الترس الحلقى بسرعة اكبر من سرعة دوران الحامل وتكون نسبة النقل اقل من واحد، مثلاً اذا كانت نسبة النقل $(0,7:1)$ فهذا يعني ان $(0,7)$ من دورة القائد ستعطي المنقاد دورة واحدة.

السرعة الزائدة الخلفية Reverse Overdrive Speed.

في السرعة الخلفية الزائدة كما في السرعة الخلفية المنخفضة، حامل التروس القمرية ثابت والترس الحلقى ترس قائد، وهذا يعني أن الترس الشمسي سيدور أسرع من الترس الحلقى بنسبة عدد أسنان الترس الشمسي مقسوماً على عدد أسنان الترس الحلقى وتكون هذه اقل من (1).

$$\text{نسبة زيادة السرعة الخلفية} = \frac{\text{عدد أسنان الترس الشمسي}}{\text{عدد أسنان الترس الحلقى}} > 1.0$$

نسبة السرعة Speed Ratio:

ما عدا حالة السرعة الخلفية نسبة السرعة لمجموعة المسننات الفلكية يجب ان تحسب بطريقة مختلفة عن مجموعة المسننات العادية، الخطوة الاولى في حساب نسبة السرعة اضافة عدد الاسنان القائد الى عدد اسنان الثابت، وهذا المجموع يقسم على اسنان الترس القائد وهذه النسبة يمكن كتابتها كالاتي فتكون النتيجة اكبر من واحد:

$$\text{نسبة السرعة} = \frac{\text{عدد اسنان الترس القلدة} + \text{عدد اسنان الترس الثابت}}{\text{عدد اسنان المسنن القائد}} < 1.$$

حساب نسبة السرعة للسرعة المنخفضة:

اذا كان عدد أسنان الترس الشمسي (A)(22) سنّاً والترس الحلقي (B)(70) سنّاً، اذا كان الترس الشمسي قائداً (حالة السرعة المنخفضة او الغيار الاول) تكون نسبة سرعة الترس الحامل للترس الشمسي هي:

$$\frac{A+B}{A} \text{ OR } \frac{22+70}{22} = 4.18/1 = 4.18:1$$

حساب نسبة السرعة للسرعة المتوسطة:

في هذه الحالة المسنن القائد هو الترس الحلقي فتكون السرعة المتوسطة (السرعة الثانية).

$$\frac{A+B}{A} = \frac{70+22}{70} = 1.31:1$$

أسئلة الوحدة الخامسة

سؤال (1)، اذكر ميزات التروس الفلكية في صندوق التروس الفلكي؟

سؤال (2)، ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. عندما يثبت أي جزئين معاً ويداران بالسرعة الدورانية نفسها وبتأجاه واحد أي
أنهما فالدان نقل الحركة:

1. مباشر
ب. بسرعة بطيئة
ج. سرعة بطيئة
د. حيادية

2. تزداد السرعة الدورانية عندما يكون فائد:

1. التروس الشمسية
ب. الترس الحلقي
ج. التروس الشمسية
د. التروس القمرية

3. السرعة المباشرة يكون وضع المسننات منها:

1. حلق فائد و حامل التروس مقاد
ب. حلقي مقاد و حامل التروس فائد
ج. حامل التروس والحلق الفائد
د. الشمسي ثابت و حامل التروس فائد
والحلق مقاد

4. عند نسبة تخفيض اقل من (1) فإن نسبة التخفيض هي:

1. عدد اسنان الترس القائد
ب. عدد اسنان الترس الحلقي
ج. عدد اسنان الترس الشمسي
د. جميع ما ذكر
عدد اسنان الترس الحلقي

الوحدة السادسة

**صندوق
السرعات الآلي**

الوحدة العاشرة

صندوق السرعات الآلي

يستخدم في نقل الحركة الدورانية بين المحرك ومحاور المركبة الدورانية، ويتحكم في نقل عزوم المحرك عند السرعات المختلفة والتنسيق بين سرعة المركبة الخطية وعزمها، ويمتاز هذا النظام بما يأتي:

1. سهولة العمل ونقل الحركة.
2. سهولة التحكم في نقل العزوم والحركة.

ويختلف صندوق السرعات الآلي اختلافاً كبيراً عن نظام نقل الحركة اليدوي، إذ يكون فيه القابض وصندوق السرعات وحده متكاملة مغلقة تعمل بتأثير الزيت الهيدروليكي.

طريقة نقل الحركة:

تنتقل الحركة في هذا النظام من محرك الاحتراق الداخلي إلى محول العزوم في صندوق السرعات، بعزم مساو لعزم عمود المرفق دورانياً وفقاً للسرعة المختارة في صندوق السرعات إلى عمود الإدارة، ثم إلى المحور الخلفي في المركبة.

ويعمل محور العزم الذي يعمل بالزيت الهيدروليكي وسيطاً لنقل العزوم لنقل الحركة الدورانية من عمود المرفق إلى صندوق السرعات، بعزم أكبر أو مساو لعزم المحرك، وقد تصل نسبة النقل إلى (2:1) أو أكثر، وهذا يساعد على سهولة نقل الحركة ونعومة النقل، وقد تتغير نسبة النقل وفقاً لتغير السرعة الدورانية لمحرك الاحتراق الداخلي، والتي تتأثر بحالة المركبة من ناحية الحمل.

أجزاء محوّل العزم الرئسية:

1. المضخة الهيدروليكية.
2. العضو الثابت.
3. العنفة (التوربين).

أجزاء الوصلة الهيدروليكية:

1. العضو الناقل للحركة (المضخة).
2. العضو المدار.
3. الوسيط الهيدروليكي
4. عمود نقل الحركة.

نظرية عمل الوصلة الهيدروليكية:

يمكن استخدام مروحتين لتوضيح نظرية عمل الوصلة الهيدروليكية، فإذا وضعت إحدى المروحتين في مواجهه الأخرى وعلى مسافة قريبة منها، وأديرّت إحدى المروحتين بواسطة التيار الكهربائي فإن المروحة الأخرى ستدور بتأثير تيار الهواء ويكون الهواء في هذه الحالة وسيطاً لنقل الحركة الدورانية، وعمل وصلة هيدروليكية يستخدم الزيت الهيدروليكي وسيطاً لنقل الحركة ويكون كل من نصفي الوصلة دائري الشكل ومفرغاً ويحتوي على مجموعة من الزعانف المثبتة تثبيتاً مائلاً على السطح الداخلي ويسمى كل جزء منها عضو الوصلة السائلة، ويوضع عضو الوصلة داخل غلاف خارجي محكم الاغلاق ويكون مثبتاً الى حذافة المحرك.

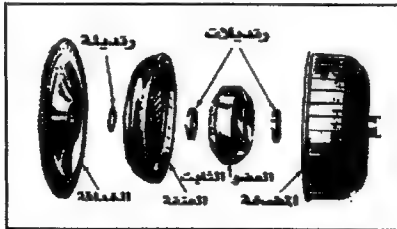
محول العزم Torque convertor :

يعد محول العزم نوعاً خاصاً من الوصلات الهيدروليكية، ويمتاز بوجود زعانف منحنية، وليست مسطحة كما في الوصلة الهيدروليكية.

وعند استخدام الزعانف المنحنية فإن السائل الهيدروليكي لن يتأثر بقوى عكسية تخفض اندفاعه باتجاه العنففة لذلك فإن الحلقة التوجيهية تُبقي السائل الهيدروليكي في أطراف المضخة الخارجية وكذلك في أطراف التوربين، وهذا يعني الحصول على كفاءة عالية من السائل.

نظرية عمل محول العزم:

يجب ان تستمر المضخة بالعمل بكفاءة عالية للتغلب على المقاومات العكسية للمحافظة على سرعة اندفاع الوسيط الهيدروليكي باتجاه العنففة فقد صمم عنصر آخر للتغلب على المقاومات العكسية، وهو العضو الثابت ويسمى احياناً العضو الثالث، ويثبت هذا العضو بين المضخة والتوربين كما هو موضح بالشكل (6 - 1) وهذا العضو يحتوي على زعانف محدبة تساعد على توجيه حركة السائل المرتد من العنففة باتجاه المضخة توجيهاً صحيحاً، يساعد على زيادة السرعة الدورانية للمضخة ويضاعف العزم المتولد في المحول.



الشكل (6 - 1)

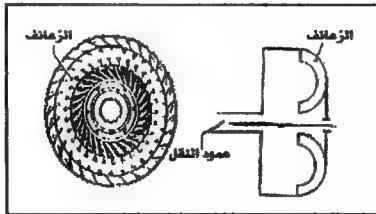
ويمكن توضيح ذلك كما يأتي:

عندما يتحرك السائل الهيدروليكي بعيداً عن زعانف التوربين بفعل الحركة الدورانية من المضخة وبالتالي التوربين فإن السائل الهيدروليكي يؤثر مباشرة في زعانف العضو الثابت التي تعيد توجيه هذا السائل الى زعانف المضخة فتزيد السرعة الدورانية للمضخة وبما ان المضخة في حالة دوران مستمر ويستمر السائل في التدفق من الزعنفة باتجاه المضخة فإن زيادة قوة التأثير الهيدروليكي للسائل على زعانف المضخة سترفع سرعتها وهذا يعني مضاعفة العزم الناتج من محول العزم.

أجزاء محول العزم:

1. المضخة:

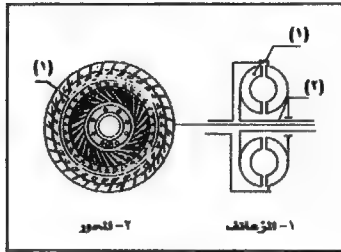
تتصل بعمود المرفق بواسطة الحذافة وهي من نوع المضخات المركزية فعندما يدور عمود المرفق تدور الحذافة، فتدور المضخة التي تتكون من مجموعة من الزعانف المثبتة على السطح الداخلي فتدفع السائل باتجاه زعانف التوربين وتزداد القوة المكتسبة في السائل بازدياد السرعة الدورانية للمضخة. يبين الشكل (6-2). مقطعاً للمضخة المستخدمة في محول العزم.



الشكل (6-2)

2. التوربين (العنفة)؛

تدير العنفة المحور الموصول الى صندوق السرعات وتدور بفعل الضغط الهيدروليكي الناتج من السائل الهيدروليكي الذي يتحرك عند حركة المضخة التي تدفع السائل باتجاه زعانف التوربين، وعند ازدياد قوة الطرد المركزي للسائل الهيدروليكي تزداد السرعة الدورانية للعنفة. يوضح الشكل (6-3) مقطع التوربين المستخدم في محول العزم.



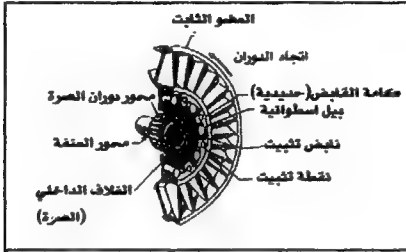
الشكل (6-3)

3. العضو الثابت؛

يثبت العضو الثابت بين المضخة والعنفة، ويدور في اتجاه واحد فقط لوجود القابض ذي الاتجاه الواحد ويضاعف العضو الثابت العزم الخارج من محول العزم وذلك عندما تدور المضخة بسرعة دورانية اكبر من السرعة الدورانية للعنفة ولهذا التغير في السرعة والزيادة في العزم تأثير مشابه للغيار البطيء في صندوق السرعات، وفي الحالة التي تزداد فيها السرعة الدورانية للمحرك فإن العنفة قد تدور مع المضخة بوصفها قطعة واحدة وذلك بفعل زيادة الضغط الهيدروليكي المؤثر في الوسيط الهيدروليكي وعند حدوث مثل هذه الحالة فإن السائل الهيدروليكي المندفع بعيداً عن زعانف العنفة يتحرك بالسرعة نفسها التي تدور بها المضخة.

4. القابض ذو الاتجاه الواحد:

هو اداة ميكانيكية تسمح للعضو الثابت بالدوران الحر باتجاه واحد فقط، ويثبت بالعضو الثابت ويمنعه من الدوران في الاتجاه المعاكس ويبين الشكل (6 - 4) موضع القابض ذي الاتجاه الواحد في مجموعة محول العزم والأجزاء المختلفة.



الشكل (6 - 4)

5. مموذ نقل الحركة:

يعد هذا المحور مخرج الحركة من محول العزم ومدخل الحركة الى الصندوق السرعات الألي.

6. الغلاف الخارجي:

يحتوي الغلاف بداخله على العناصر المختلفة المكونة لمحول العزم وهي:

- أ. المضخة.
- ب. العنفة.
- ج. العضو الثابت.

د. القايض.

ه. السائل الهيدروليكي.

ويثبت مع حذافة المحرك ويمتاز بأنه يسمح بتدفق السائل بين العناصر المختلفة بسهولة.

7. الوسيط (السائل الهيدروليكي):

وهو زيت بمواصفات خاصة منها:

أ. غير قابل للانضغاط.

ب. ذو لزوجة منخفضة.

ج. لا يشكل مواد رغوية.

د. لا يتأكسد.

ويجب المحافظة على درجة حرارة الزيت منخفضة للمحافظة على لزوجته باستخدام وسائل مختلفة لتبريده في أثناء العمل.

عمل محول العزم في حالتي:

1. توقف المركبة مع دوران المحرك.

2. حركة المركبة مع دوران المحرك.

عمل محول في الوقت الذي يدور فيه المحرك بسرعة بطيئة والمركبة متوقفة عن الحركة:

العزم المتولد عند السرعات البطيئة المنقولة الى العنفة بواسطة السائل الهيدروليكي بين المضخة والعنفة ثم الى العضو الثابت ويرجع الى المضخة واذا زادت

السرعة الدورانية حتى يصبح في لحظة معينة قادراً على ادارة عمود نقل الحركة بعزم كبير ليكون هذا العزم قادراً على تحريك المركبة.

عمل محول العزم عندما يدور المحرك بسرعة عالية وتتحرك المركبة بسرعة خطية محددة:

عند زيادة سرعة دوران المحرك تزداد سرعة المضخة فتزداد قوة الطرد المركزي المؤثرة في الوسيط الهيدروليكي لينتقل عزمها كبيراً الى العنفة إذا تصبح قيمة العزم المؤثرة في العنفة مساوية (5, 1) مرة من قيمة العزم المؤثرة في المضخة والنتائج من المحرك ويجب ملاحظة ان زيادة سرعة دوران المضخة ستؤدي الى زيادة سرعة دوران العنفة وسرعة رجوع الصائل الهيدروليكي الى المضخة وهذا يدير العضو الثابت مع المضخة في الاتجاه نفسه ولا يؤدي الى زيادة في العزم المنقول من خلال العنفة الى عمود نقل الحركة.

مكونات صندوق السرعات الآلي:

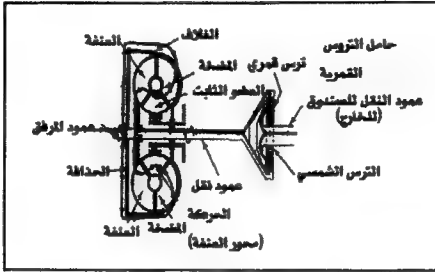
يتكون صندوق السرعات الآلي من الأجزاء الآتية:

1. محول العزم: ويحتوي على المضخة والعنفة والعضو الثابت.
2. مجموعة التروس الفلكية.
3. دائرة التحكم الهيدروليكي.
4. مجموعة القوابض ونظام الفرملة.
5. عمود نقل الحركة.

ويحتوي صندوق السرعات الآلي على مجموعتين أو أكثر من التروس الفلكية للقيام بما يأتي:

- زيادة السرعة الدورانية وتخفيض العزم.

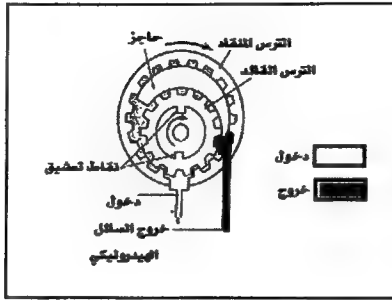
- عكس اتجاه الدوران.
- فصل الحركة بين المحور القائد والمحور المتقاد.
- نقل الحركة دون التأثير عليها (تعشيق مباشر).



الشكل (5-6)

يوضح الشكل (5-6) كيفية انتقال الحركة الدورانية من محور العزم الى التروس الفلكية، ومنها الى صندوق السرعات الآلي، مع ملاحظة ان الحركة الدورانية من عمود نقل الحركة تسلم الى التروس الحلقوي ويمكن توضيح انتقال الحركة الى صندوق السرعات الآلي على النحو التالي:

عندما يدور عمود المرفق وتنتقل الحركة الدورانية الى حذافة المحرك ومنها الى المضخة التي تعمل بالقوة المركزية، يتحرك السائل الهيدروليكي ضاغطة العنفة التي تدور بسرعة تتناسب مع سرعة دوران السائل الهيدروليكي، وقد بينا سابقاً ان العضو الثابت يعمل لزيادة السرعة الدورانية للمضخة بفعل توجيه السائل الهيدروليكي في الاتجاه الصحيح من العنفة الى المضخة لزيادة السرعة الدورانية للمضخة، وتنتقل الحركة الدورانية من العنفة الى عمود الادارة بواسطة التعشيق المباشر وباستخدام المجاري الطولية في صرة العنفة وعمود نقل الحركة، ثم تنتقل

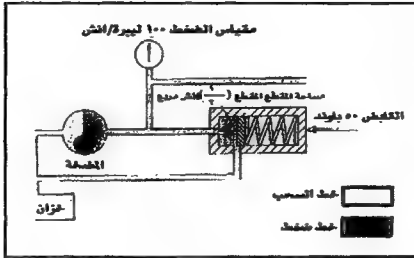


الشكل (6-6)

2. منظم الضغط:

يجب تنظيم الضغط الهيدروليكي لتلافي وقوع أي عطل في أجزاء صندوق السرعات الآلي، كما أن تنظيم الضغط ضروري، بسبب تغير السرعة والعزم للمركبة بين حين وآخر وفقاً لظروف عملها.

ويستخدم في المضخة منظم ضغط هيدروليكي كما هو موضح في الشكل (6-7) ينظم تدفق السائل الهيدروليكي من المضخة إلى دوائر صندوق السرعات الآلي وفقاً للحمل.

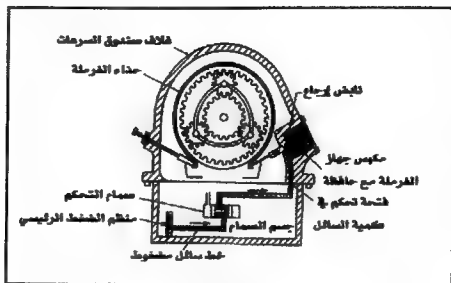


الشكل (6-7)

النظام الهيدروليكي لتشغيل القوابض الاحتكاكية ونظام الفرملة:

تشغيل نظام الفرملة (السيرفو):

عندما يتحرك مكبس صمام التحكم من ناحية اليمين، فإن الضغط الهيدروليكي يتدفق من خلال ممر خاص في جسم الصمام إلى فتحة اختناق صغيرة مثقوبة في جسم الصندوق، ومنها إلى مجرى داخلي في محور مكبس جهاز الفرملة، كما هو موضح في الشكل (6-8) ثم إلى سطح المكبس العلوي لبدأ الضغط بالأزيد تدريجياً فيتحرك المكبس إلى الامام ضد ضغط النابض. وهذا يؤدي إلى تطبيق قوة فرملة على المسنن الحلقي، وتنظيم فتحة التدفق التدريجي للسائل الذي سيؤثر في سطح المكبس وعند امتلاء حجرة السائل خلف المكبس فإن قوة الفرملة المطبقة ستكون أكبر ما يمكن وعندما يتحرك مكبس صمام التحكم لليسار، يتدفق السائل من حجرة مكبس جهاز الفرملة فيضعف تأثير الضغط الهيدروليكي ويساعد نابض الارجاع على دفع المكبس إلى الخلف وتحرير نظام الفرملة.



الشكل (6-8)

تشغيل مجموعة القوابض الاحتكاكية:

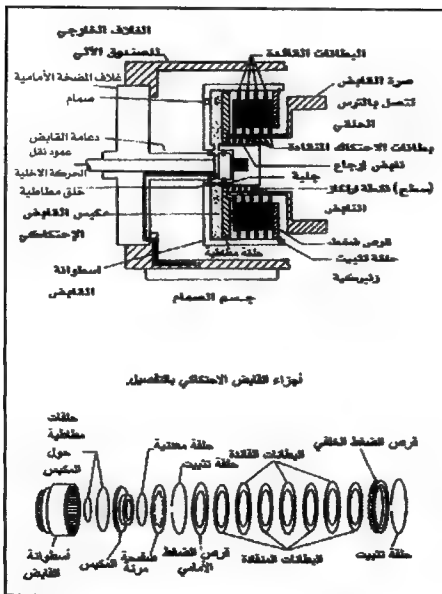
تستعمل القوابض الاحتكاكية في صندوق السرعات الآلي ، لقيادة بعض العناصر او تثبيت عناصر أخرى من مجموعة التروس الفلكية وتتكون من مجموعة من الاقراص:

الأولى: اقراص فولاذية.

الثانية: اقراص مغطاة ببطانة احتكاكية، واقراص فولاذية مثبتة بوساطة اخاديد الى اسطوانة القابض الاحتكاكي، في حين ترتكز البطانة المتقادة الى صرة القابض الاحتكاكي ويتضح ان صرة القابض تتصل بالترس الحلقي في مجموعة التروس الفلكية وعند تحرير القابض، فإن الاقراص القائدة تدور بحرية، من غير ان تدير معها الاقراص المتقادة ولتعميق القابض، فإن خمل الضغط الهيدروليكي من جسم الصمام ينقل الضغط من خلال فتحات خاصة في جسم المضخة، ودعم القابض الاحتكاكي. وتعمل فتحات أخرى في اسطوانة القابض لتدفق السائل.

وماء الحيز خلف المكبس، ومع زيادة الضغط الهيدروليكي فإنه يؤثر في المكبس ليتحرك ضاغطة امامه بطانات الاحتكاك بين المكبس وقرص الضغط وهذا يعمل لوضع الاقراص الاحتكاكية القائدة والمنقادة في وضع التعشيق بفعل الاحتكاك، ويربط المحور الناقل للحركة الداخلة الى صندوق السرعات مع الترس الحلقي.

ويبين الشكل (6-9) مجموعة القوايض الإحتكاكية.



الشكل (6-9)

مجموعة اختيار السرعة وكيفية عملها:

يحدد اتجاه حركة المركبة الى الامام او الى الخلف او الوقوف بواسطة رافعة اختيار السرعة التي تثبت احيانا على عمود القيادة والتوجيه وقد يكون اتصال الرافعة اتصالا مباشرا مع صندوق السرعات الآلي او بواسطة روافع ميكانيكية.

وتحتوي لوحة البيان على الاختيارات الآتية:

N: تعني وضعية الحياد (لا يوجد نقل حركة الى المحاور).

L: يرمز الى السرعة البطيئة للمركبة، التي تعني العزم الكبير في الوقت نفسه.

D: ترمز للحركة الامامية.

R: ترمز للحركة الخلفية (العكسية).

P: تعني وقوف المركبة تماماً (ولا يشترط في ذلك توقف عمل المحرك عن الدوران).

لتوضيح هذه الرموز عند كل وضعية:

N: لا يوجد تعشيق بين التروس لذلك تبقى في حالة حركة حرة ولا يوجد نقل حركة الى المحاور الخلفية او الى الامامية وقد يكون المحرك في حالة دوران.

L: تستخدم هذه الوضعية عند استعمال المركبة على المنحدرات الحادة، ولا يرغب السائق في استعمال القراميل بكثرة وخلال هذه الوضعية، تبقى سرعة المركبة الخطية قليلة ولا يحدث اي انتقال من سرعة الى سرعة اخرى الا في الحالات التي يكون فيها صندوق السرعات، مصمماً (L1, L2) لهذه الغاية

أوقد تستخدم أيضاً لدى صعود المركبة في منحدرات صعبة وعند الحمل الزائد.

D: تعني القيادة العادية، ويحدث خلال هذه الوضعية انتقال من سرعة إلى أخرى وفقاً لتغير سرعة المركبة وفتح الخائق وقد تتسارع المركبة في هذه الوضعية من سرعة بطيئة إلى سرعة أولى وثانية وثالثة.

R: هذا الوضع عكس اتجاه حركة محور نقل الحركة الخارج من صندوق السرعات الآلي لتحرك المركبة إلى الخلف وفقاً لحركة العجلات الخلفية في نظام الدفع الخلفي أو حركة العجلات الأمامية في نظام السحب الأمامي.

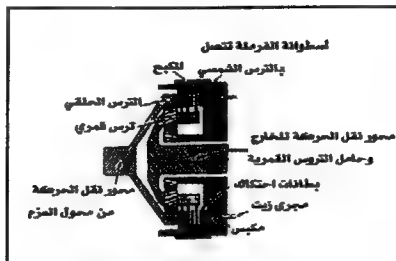
P: في هذه الحالة، تثبيت حركة التروس، فتثبيت تبعاً لذلك عمود نقل الحركة من صندوق السرعات الآلي، وتقف المركبة عن الحركة وهذا يعني التوقف التام للمركبة بفعل المقاومة الميكانيكية المتولدة داخل صندوق السرعات الآلي.

القوابض الاحتكاكية ونظام الكبح:

نظام الكبح (الفرملة):

يتكون هذا النظام من بطانة احتكاكية تحيط بأسطوانة الفرملة بأحدى طريقتين إما مع الترس الشمسي كما في الشكل (6 - 10) أو مع السطح الخارجي للترس الحلقي.

ويوضح الشكل (6-11) حذاء الفرملة المستخدم في صندوق السرعات الآلي.



الشكل (6-10)



الشكل (5-11)

يثبت حذاء الفرملة حول أسطوانة الفرملة المتصلة بالتروس الشمسي فعند تطبيق نظام الفرملة فإن التروس الشمسي يثبت وهذا يعني ان تعمل مجموعة التروس القمرية كمجموعة تخفيض للسرعة، وبما ان التروس الحلقية في حالة دوران فهذا يؤدي الى ادارة التروس القمرية في حركة دورانية حول محورها، وفي حركة انتقالية حول محيط التروس الشمسي، وسيدور حامل التروس القمرية

بسرعة دورانية اقل من سرعة دوران الترس الحلقي أي ان السرعة الداخلة اعلى من السرعة الخارجة.

القوابض الاحتكاكية:

يتكون القابض الاحتكاكي كما هو مبين في الشكل (6 - 9) من مجموعة من بطانات الاحتكاك نصفها معشوق مع الاسطوانة الخارجية التي تسمى اسطوانة القابض الاحتكاكي والنصف الاخر مع اسطوانة داخلية.

طريقة عمل القوابض الاحتكاكية:

عند تحرير نظام الفرملة وادخال مجموعة القابض في نظام الحركة، بفعل الضغط الهيدروليكي المتدفق من فتحة الدخول الذي يؤثر في هذه المجموعة وضغطها معاً لتعشيق، وتصبح قطعة واحدة وحتى يعمل الضغط الهيدروليكي بناعية على بطانات الاحتكاك فإن السائل الهيدروليكي يؤثر بقوة ضغط مباشرة من مكبس القابض ليتحرك الى الامام وهذا يؤدي الى دفع بطانات الاحتكاك لتعشيق معاً وتضغط من الطرف الاخر مع قرص الضغط وفي هذه الحالة يثبت حامل التروس القمرية والترس الشمسي معاً وعندها تدور مجموعة التروس الفلكية كقطعة واحدة لتحريك المركبة الى الامام دون اي تأثير على السرعة.

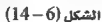
السرعة البطيئة:

يوضح الشكل (6 - 12) السرعة الدورانية البطيئة التي يدور بها محور نقل الحركة من صندوق السرعات الآلي الى عمود الادارة في نظام الدفع الخلفي أو الى المحاور الامامية في الدفع الامامي وذلك عند وضع رافعة اختيار السرعة على (L) وفي هذه الحالة يحرر القابض الاحتكاكي للسرعات الامامية وتطبق الفرملة على اسطوانة القابض للسرعات الامامية تثبت اسطوانة القابض والترس الشمسي



السرعة الخلفية:

يوضح الشكل (6-14) السرعة العكسية في هذه الحالة يحرر نظام الفرملة في اسطوانة القابض، كما يحرر القابض الاحتكاكي للسرعة الامامية في حين يثبت القابض للسرعة الخلفية وفي هذه الحالة يثبت الترس الحلقي الاحتكاكي للسرعة الخلفية وهذا يؤدي الى دوران حامل التروس القمرية في الاتجاه المعاكس لاتجاه دوران الحركة الداخلة.



أسئلة الوحدة السادسة

- سؤال (1): اشرح مبدأ عمل الوصلة الهيدروليكية؟
- سؤال (2): عدد ثلاث من وظائف التروس الفلكية؟
- سؤال (3): وضح مع الرسم طريقة عمل مجموعة التروس الفلكية عندما تعمل مخفضة للسرعة؟
- سؤال (4): اشرح عمل منظم تدفق السائل الهيدروليكي؟
- سؤال (5): ما هي العناصر الرئيسية المكونة لحول العزم وما وظيفة كل منها؟
- سؤال (6): ضع دائرة جواب الصحيح:

1. تستمد مضخة الزيت الحركة من:

- أ. عمود المرفق ب. عمود الكامات
ج. عمود النكايات د. لا شيء مما ذكر

2. عند وضع متلة الفيار على وضعية D فإن العملية هي:

- أ. إيقاف السيارة ب. زيادة السرعة
ج. بداية حركة السيارة د. A + B

3. الهدف من منظم الضغط الهيدروليكي هو:

- أ. تنظيم الضغط داخل مجاري الزيت ب. تنظيم تدفق السائل من المضخة
ج. تنظيم السرعة الخارجية من د. تنظيم السرعة الخارجية من
صندوق التروس البرك

4. تتكون اقراص الاحتكاك في صندوق التروس الهيدروليكي من:

- أ. رقائق معدنية
- ب. رقائق فيبر احتكاكية
- ج. رقائق نحاسية
- د. أ + ب

5. عند وضع الفيار على رمز R فإننا نعني بذلك:

- أ. السرعة المباشرة
- ب. السرعة البطيئة
- ج. السرعة الوسطى
- د. السرعة العكسية

الوحدة السابعة

وصلات نقل الحركة

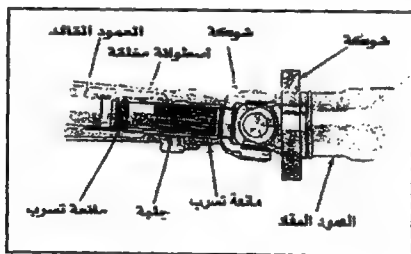
3. الوصلة المنزلقة (Slip Joints)(Splined Joints):

تتكون الوصلة المنزلقة من شوكة ذات اسنان داخلية طولية تناظر الاسنان الطولية على العمود المتصل معها وتسمح هذه الوصلة بتقصير المسافة بينهما أو تطويلها وهذا سيتيح التغلب على مشكلة التغير في طول عمود النقل بسبب حركة المحور الخلفي لأعلى ولأسفل تبعاً لطبيعة الطريق.

ويبين الشكل (7 - 3) مقطعاً في الوصلة المنزلقة.

4. الوصلات المباشرة (فلنجات ومربعات) (Flange Joints):

تستخدم الفلنجات أو المربعات وصلات لنقل الحركة مباشرة بالسرعة نفسها وفي خط مستقيم وتشكل مع الأعمدة وحدة كاملة واحدة لكنها قابلة للفك والفصل عن بعضها البعض وتربط الفلنجات ببراعي وصواميل لتكون وصلة غير دائمة.



الشكل (7 - 3)

5. وصلات نقل الحركة الهيدروليكية:

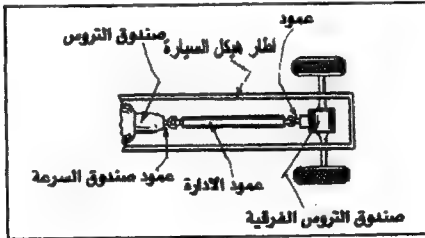
طرق نقل حركة العجلات في السيارات:

يقع المحرك في معظم السيارات في المقدمة وتكون العجلات الخلفية هي العجلات المدارة نتيجة الحركة في المحرك، إلا أنه في الوقت نفسه هناك سيارات يوجد فيها المحرك بخلفها وتكون العجلات الخلفية هي العجلات المدارة أيضاً.

وفي ترتيب آخر يكون المحرك في المقدمة وتكون العجلات الأمامية هي العجلات المدارة، وهذا الترتيب هو الشائع حالياً، حيث يطلق على الترتيب الأول نقل الحركة بالدفع الخلفي، وعلى الثاني نقل الحركة بالدفع الأمامي.

نقل الحركة بالدفع الخلفي:

طريقة نقل الحركة في السيارة بواسطة الدفع الخلفي، يكون عمود النقل طويلاً، وقد يتكون من أكثر من قطعة واحدة ويحتاج إلى وصلات عامة ووصلات منزلة عمود الإدارة يقع بين صندوق السرعات والمحور الخلفي للسيارة ويقوم بنقل الحركة الدائرية من صندوق السرعة إلى صندوق التروس الفرعية وبذلك تدور العجلات الخلفية. كما هو موضح في الشكل (7-4).



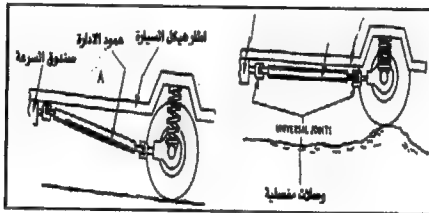
الشكل (7-4)

ويرمى مند تصميم عمود الاداره حقيقتان:

الأولى: ان المحرك وجهاز نقل الحركة مثبتان في هيكل السيارة.

الثانية: ان المحور الخلفي بما فيه صندوق التروس الفرعية والعجلات الخلفية مثبتة في هيكل السيارة عن طريق نوابض.

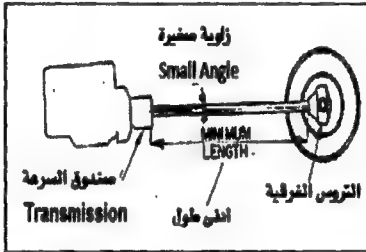
وكثيرا ما تواجه العجلات الخلفية طريقاً غير منتظم، فتتضبط النوايض وتتمدد ويغير بذلك زاوية الادارة او القيادة بين عمود الادارة وعمود صندوق السرعات ويعمل ذلك على تغير المسافة بين صندوق السرعات ومحور النقل النهائي كما في الشكلين (5-7) و (6-7).



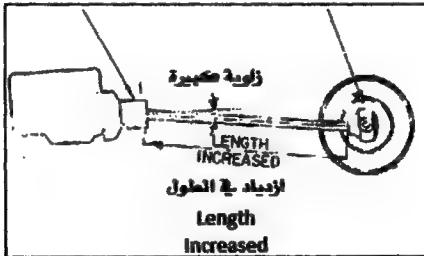
الشكل (6-7)

الشكل (5-7)

ولكي يؤدي عمود الاداره عمله جيدا يجب ان يحتوي على وصلة مفصلية عامة واحدة او اكثر وذلك للسماح بتغيير زاوية الادارة، ويجب كذلك ان تكون هناك قطعة منزلقة لكي تسمح بتغيير الطول المفصلي لعمود الادارة ويلاحظ انه عندما يتحرك صندوق التروس الفرقية الخلفي ومعه العجلات الى الأعلى والى الأسفل تتغير الزاوية بين عمود نقل الحركة وعمود الدارة وكذلك بتغير طول عمود الإدارة الشكلين (5-7)، (5-8).



الشكل (7-7)



الشكل (7-8)

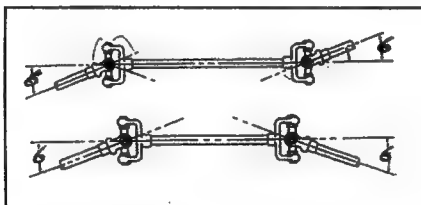
زوايا خلع النقل في أعمدة نقل الحركة:

من المرغوب فيه أن يكون محور عمود النقل في خط مستقيم مع محور عمود المرفق في المحرك إلا أن ذلك غير ممكن عمليا بسبب حركة العجلات للأعلى والأسفل حركة غير منتظمة بفعل طبيعة الطريق الغير مستوية أو لأن هيكل السيارة يتحرك للأعلى وإلى الأسفل أيضا كما ذكرنا سابقا بالنسبة لوضع العجلات.

الوصلات الطرفية لأعمدة النقل في السيارات:

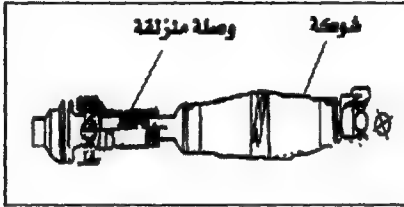
يتصل عمود نقل الحركة من طرفية بواحدة من الوصلات الآتية:

1. شوكتان ملحومتين بطرفيه وتتصلان بوصله عامه لنقل الحركة كما هو مبين في الشكل (7 - 9).



الشكل (7 - 9)

2. شوكة وصلة عامة في طرف ووصله باسنان طولية لعمل وصلة منزلقة كما هو مبين في الشكل (7-10).



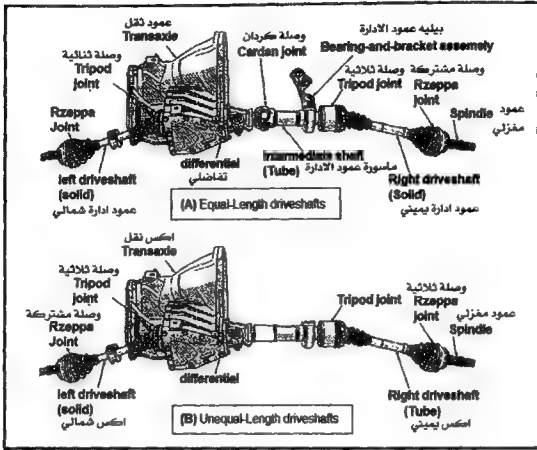
الشكل (7-10)

3. مجموعة من الوصلات العامة ثابتة السرعة الخطية مع عمود نقل مكون من أكثر من قطعة واحدة.

نقل الحركة بالدفع الامامي :

في هذه الطريقة يكون المحرك في المقدمة وقريبا من العجلات الامامية وهو شائع الاستعمال في السيارات والمركبات الصغيرة وفيه لا نحتاج الى عمود نقل طويل وتستبدل به اعمدة نقل قصيرة يمينية ويسارية ولكن نحتاج الى مجموعة من الوصلات العامة الثابتة السرعة.

ويتميز الدفع الامامي بنظام تعليق امامي معقد اكثر من الدفع الخلفي اذا ان العجلات الامامية يتم توجيهها وتارجحها من جهة الى اخرى اثناء مسير السيارة وتوجيهها فضلاً عن ادارة هذه العجلات بمحاور الاداره وهذا يتطلب وجود وصلتين ثابتتي السرعة في كل عمود نقل امامي (يسار ويمين) كما هو مبين في الشكل (7-11).



الشكل (7-11)

يبين الشكل (7-11 (A)) نظام دفع امامي متساوي الطول لأعمدة نقل الحركة.

والشكل (7-11 (B)) نظام دفع امامي غير متساوي الطول لأعمدة نقل الحركة.

ويمكن أن تكون الأعمدة مصممة أو مفرغة.

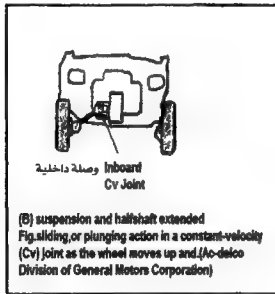
في بعض أنظمة الدفع ملاحظة ادارة توجيه العزم، وهذا يسمح للمركبات التي يوجد بها اعمدة نقل الحركة مختلفة الاطوال للسحب لجهة واحدة خلال التسارع الكبير، المركبة تدفع للأمام من الجهة التي يوجد بها عمود نقل حركة طويل.

استخدام محور وسيط كما هو في الشكل (7-11 (A)) يسمح باستخدام
أعمدة نقل حركة متساوية وهذا يساعد على تساوي العزم للعجلات الأمامية.

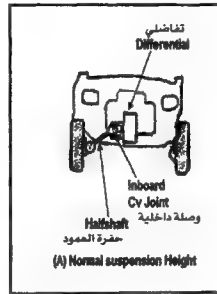
يستخدم أنواع مختلفة من الوصلات ثابتة السرعة في كلا الطرفين لعمود
نقل الحركة حيث يستخدم الوصلة ثابتة السرعة من الجهة الخارجية وتسمح
لتغير زوايا دوران العجل الشكل (7-12 (1)).

الوصلة الداخلية وصلة منزلقة وهي تسمح بتغيير طول الوصلة في حالة
ارتفاع العجلة أو انخفاضها وتوجيه عمود القيادة للداخل والخارج .

الشكل (7-12 (ب)).

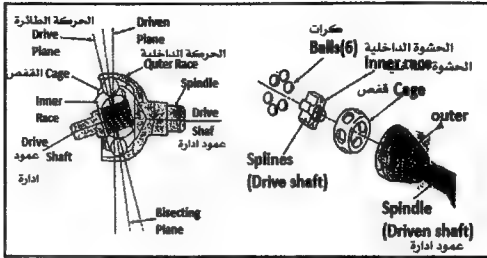


الشكل (7-12 (ب))



الشكل (7-12 (أ))

يبين الشكل (7-13) وصلة ثابتة السرعة المستخدمة في الطرف الخارجي
لعمود نقل الحركة بحيث تقوم بتدوير المحور المنقاد بسرعة ثابتة عندما تدور
بزوايا اقصاها (40) درجة.



الشكل (7-13)

الوصلة الداخلية ثابتة السرعة:

كما هو واضح في الشكلين (7-11 أ، ب)) بحيث تكون حركتها اقل من الوصلة الخارجية بحيث لا تتحرك بزاوية حسب طلب نظام التوجيه، ومع ذلك الوصلة الداخلية (راسية الاكس الداخلية) تنزلق للأعلى والأسفل، حسب طبيعة الطريق كما هو مبين في الشكل (7-12 ب)).

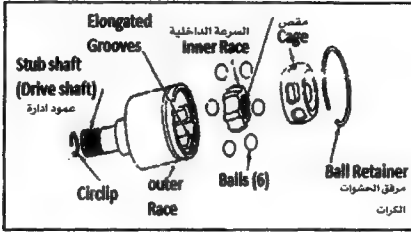
يوجد نوعين رئيسيين يستخدمان بشكل كبير في الوصلات الداخلية:

1. النوع المغمور (الفاطس) plunging type الشكل (7-14).
2. الحاملة الثلاثية المغمورة Plunging tripod الشكل (7-15).

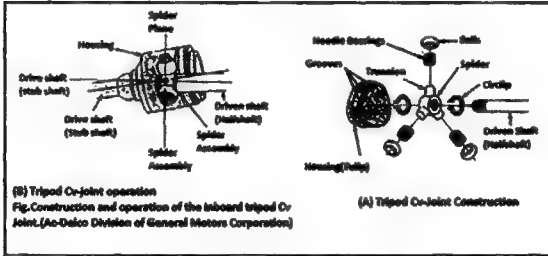
تثبيت الوصلة ذات النوع المغمور الفاطس المبينة في الشكل (7-14) من جهة صندوق السرعات عن طريق المسنن الطولي الموجود بطرف الوصلة.

تثبيت الوصلة ذات الحاملة الثلاثية المغمورة عن طريق المسنن الطولي الموجود بطرف الوصلة الشكل (7-15) بحيث تحتوي من الداخل على ثلاث

محامل إزيرية الشكل ويوجد في الغلاف ثلاث مجاري تتحرك بها المحامل للداخل والخارج.



الشكل (7-14)



الشكل (7-15)

أسئلة الوحدة العاشرة

السؤال الأول: ما هي وظائف أعمدة نقل الحركة؟

السؤال الثاني: عند أجزاء الوصلة العامة لأعمدة النقل.

السؤال الثالث: قارن بين أنظمة النقل الآتية من ناحية الأجزاء.

(أ) الدفع الأمامي.

(ب) الدفع الخلفي.

(ج) الدفع الرباعي.

السؤال الرابع: وضح بالرسم كيف تتغير سرعة دوران أعمدة النقل مع التغير في زاوية الميل لتلك الأعمدة الواصلة بين مدخل الحركة ومخرجها.

السؤال الخامس: ماذا يحدث إذا كان عمود النقل غير متزن.

السؤال السادس: عند أنواع أعمدة النقل.

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرقية
والمحاور الخلفية

الوحدة الثامنة

مجموعة التروس الفرقية والمحاور الخلفية

مجموعة المسننات الفرقية ومحاور الإدارة:

تعد مجموعات المسننات الفرقية العنصر المميز في مجموعات نقل الحركة في السيارات إذ تحول الحركة الدورانية الطولية من عمود النقل إلى حركة دورانية عرضية تدور العجلات وتسير إلى الأمام، إضافة إلى توفير الدوران بسرعات لمحاور الدوران النصفية (يميناً ويساراً) لتسهيل عملية دوران السيارة إلى اليمين أو اليسار على المنعطفات المختلفة.

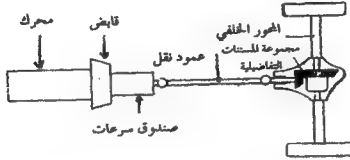
ويستدرس في هذه الوحدة، طريقة نقل الحركة وتحويلها إلى حركة عرضية تؤدي إلى تدوير العجلات بسرعات متساوية عند السير في الطرق المستقيمة، وبسرعات مختلفة في أثناء السير في المنعطفات.

أولاً: التركيب العام لمجموعة المحور الخلفي في السيارة

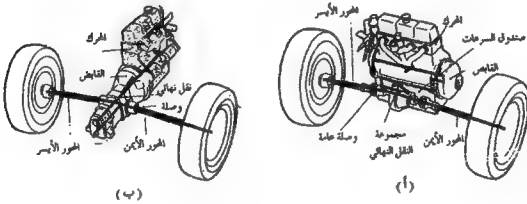
تشكل مجموعة المحور الخلفي في السيارات والمركبات الخفيفة المرحلة الأخيرة في نقل الحركة والقدرة الناتجة من المحرك إلى العجلات الخلفية، فهي تحتوي على مجموعة المسننات التفاضلية ومحاور العجلات أو أعمدها، وقد عرفت أن أجهزة نقل القدرة تتضمن الأجزاء الآتية على:

1. عجل التوازن أو الحذافة على طرف عمود المرفق للمحرك.
2. القابض أو الوصلة السائلة أو محول العزم.
3. صندوق السرعات (العادي أو الاتوماتيكي).
4. أعمدة النقل والوصلات.
5. مجموعة المسننات التفاضلية.
6. الأعمدة أو المحاور النصفية للعجلات.

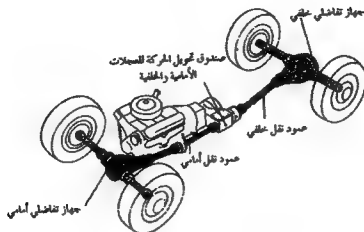
ويبين الشكل (8-1) أجهزة نقل الحركة والقدرة المذكورة أعلاه في السيارات ذات الدفع الخلفي، إذ يتضح فيه تسلسل نقل الحركة من المحرك حتى العجلات، ويبين الشكل (8-2/أ، ب) أجهزة نقل القدرة وانتقالها في السيارات ذات الدفع الأمامي، بينما يبين الشكل (8-3) أجهزة نقل القدرة وتدفق الحركة في السيارات ذات الدفع بأربع بعجلات.



الشكل (8-1) نقل القدرة في السيارات ذات الدفع الخلفي



الشكل (8-2) أجهزة نقل القدرة في السيارات ذات الدفع الأمامي



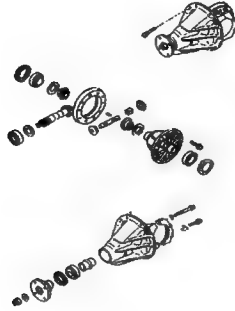
الشكل (3 - 8) أجهزة نقل القدرة في السيارات ذات الدفع بأربع عجلات

• هناك نوعان من مجموعة المستنات التفاضلية من ناحية التركيب:

الأول: تجمع المجموعة بعيداً عن غلاف المحور وتضبط، ثم تتركب في غلاف المحور، ويبين الشكل (4 - 8) هذا النوع.

أما المجموعة الثانية، فتجمع الأجزاء داخل الغلاف، ثم تجري لها عملية الضبط اللازمة، وتقفّل بغطاء من الخلف، ويبين الشكل (5 - 8) هذا النوع.

وستدرس لاحقاً مكونات مجموعة المستنات التفاضلية وطريقة عملها وضبطها.



الشكل (4 - 8) مجموعة المسننات التفاضلية التي تجمع بعيداً عن غلاف المحور.



الشكل (5 - 8) مجموعة المسننات التفاضلية التي تجمع داخل غلاف المحور.

ثانياً: مجموعة المسننات التفاضلية (النقل النهائي)

تتوافر مجموعة النقل النهائي أو المسننات التفاضلية في السيارات المتوسطة الحجم أو المركبات الخفيفة، التي يقع المحرك في مقدمتها أو مؤخرتها.

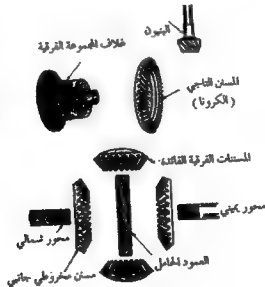
تأخذ هذه المجموعة الحركة من عمود الدفع المتصل بصندوق السرعات (صندوق المسننات) أو من صندوق السرعات نفسه، وذلك حسب نوع دفع السيارة، وتوصلها إلى محاور العجلات.

تقوم هذه المجموعة بالتوظيفتين الآتيتين:

1. زيادة العزم بتقليل السرعة.
2. تحويل الحركة الطولية الدائرية لعمود الدفع إلى حركة العجلات العرضية بزاوية قائمة تماماً.

1) تركيب مجموعة النقل النهائي أو المجموعة الفرعية:

تتكون هذه المجموعة من مجموعتين فرعيتين هما: مجموعة مدخل الحركة أو مجموعة البنيون والمسنن التاجي (الكرونا والبنيون) ومجموعة المسننات المخروطية التفاضلية وغلافها، ويبين الشكل (8-6) الأجزاء الأساسية المكونة لهذه المجموعة مفككة.

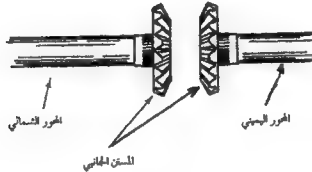


الشكل (8-6) الأجزاء الأساسية المكونة للمجموعة الفرعية (النقل النهائي)

لدراسة التركيبية الميكانيكية لهذه المجموعة وطريقة عملها، ستدرس فيما يأتي خطوات بناء هذه التركيبية من المسننات والأعمدة، وحمالة المسننات المخروطية التفاضلية أو غلافها كالاتي:

(أ) يركب على النهاية أو الطرف الداخلي لمحور كل عجل من العجلات الخلفية مسنن مخروطي ذو أسنان مستقيمة ويسمى المسنن المخروطي الجانبي، ويبين الشكل (8-7) المسننات الجانبية مركبة على نهائي العمودين النصفيين (أعمدة تدوير العجلات).

المسننات الجانبيان متماثلان ومتشابهان تماماً في الشكل والأبعاد، وتتماثل أسنان طولية داخلية مماثلة للأسنان الطولية الخارجية على نهائي العمودين النصفيين (المحاور).

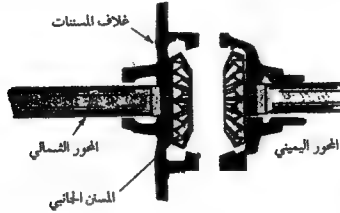


الشكل (8-7) تركيب المسننات الطرفية الجانبية على النهايتين الداخليتين للأعمدة النصفية

(ب) يبين الشكل (8-8) إضافة غلاف المسننات التفاضلية الى المجموعة السابقة، وهذا الغلاف مصمم، لتتحرك المسننات فيه تحركاً منفصلاً أحياناً، وتدور معه أحياناً أخرى، ويركب الغلاف على قشرة المحور الخارجي بوساطة كراسي مخروطية. أو (بييل) لكي تدور بحرية على الأعمدة النصفية.

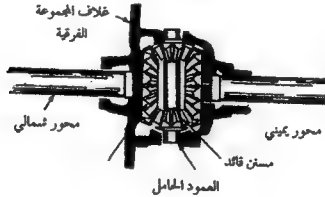
(ج) يضاف للمجموعة السابقة المسننات المخروطية التفاضلية (وعدها 2) التي يطلق عليها اسم المسننات القائدة وتركب على عمود واحد في الحمالة أو

الغلاف، ويدعى العمود الحامل، ويبين الشكل (8-9) إضافة المسننات الفرعية القائدة للمجموعة السابقة.



الشكل (8-8) إضافة غلاف المسننات التفاضلية أو حاملها الى المجموعة السابقة

تلاحظ في هذه التركيبة أن للمسننات الفرعية (القائدة والجانبية) أسناناً متماثلة ومعشقة مماً كما هو مبين ليشكل كل مسننين مخروطيين زاوية قائمة (90°).

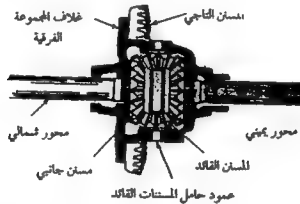


الشكل (8-9) إضافة المسننات الفرعية القائدة مركبة على عمود حامل لها في الغلاف والقشرة.

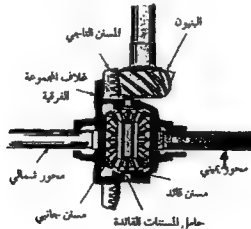
(د) يضاف الى المجموعة المسنن التاجي (الكرونة)، وهو حلقة دائرية مسننة بأسنان مخروطية عددها كبير نسبياً، وتركب على حمالة المسننات التفاضلية أو

الفرقية بواسطة براغي خلال ثقب على محيط فلنجة الحماله أو الغلاف ويبين الشكل (8 - 10) إضافة المسنن التاجي للمجموعة.

هـ) يضاف أخيراً مجموعة مدخل الحركة أو مسنن البنيون المكون من مسنن مخروطي ذي أسنان مماثلة لأسنان المسنن التاجي الذي يعشق معه، وعمود مدخل الدوران الذي يركب على طرفه فلنجة أو مربعة بواسطة أسنان طولية، وهي التي تتصل مع نهايته، أو وصلة عمود النقل أو عمود الإدارة. وعندما يدور عمود النقل، يدور معه عمود البنيون، الذي يدير المسنن التاجي، وتبعاً لنسبة أسنانهما تتحدد نسبة التخفيض في مجموعة النقل النهائي هذه.



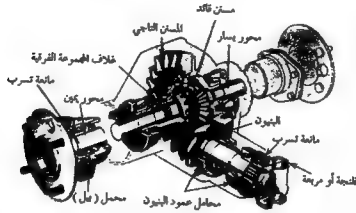
ويبين الشكل (8 - 11) إضافة مسنن البنيون والعمود إلى المجموعة، وبهذا تكتمل الأجزاء الرئيسة أو الأساسية للمجموعة.



الشكل (8 - 11) إضافة البنيون والعمود (مدخل الحركة للمجموعة) إلى المجموعة السابقة

(2) طريقة عمل مجموعة النقل النهائي (المجموعة الفرعية):

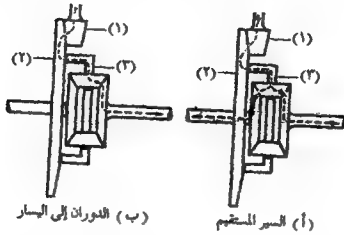
بعد أن تعرفت المكونات الأساسية لمجموعة المسننات الفرعية وكيفية تركيبها وعلاقتها ببعضها البعض، يمكن توضيح طريقة العمل والوظائف التي تؤديها في حالات المسير المختلفة، ولفهم ذلك، يجدر ملاحظة تركيب المجموعة مع مجموعة المحور الخلفي والمجالات في صورة قطاع، إذ يساعد ذلك كثيراً على تتبع الحركة خلال تلك الأجزاء ابتداءً من فلنجة مدخل الحركة وحتى فلنجة المجالات الخلفية، ويبين الشكل (8-12) قطاعاً في تلك المجموعة كاملة.



الشكل (8-12) قطاع في مجموعة المسننات الفرعية ومجموعة المحور الخلفي

(3) وصف طريقة نقل الحركة في مجموعة المحور الخلفي

يبين الشكل (8-13) مخططاً لنقل الحركة في حالتها: المسير المستقيم، والدوران إلى اليسار في مجموعة المحور الخلفي العادية وتالياً شرحاً مفصلاً لكل حالة.



الشكل (8 - 13) مخطط نقل الحركة في حالة المسير المستقيم وحالة الدوران لليسار

1) حالة المسير المستقيم للأمام أو إلى الخلف:

تنتقل الحركة الدورانية من عمود مدخل الحركة للمجموعة إلى مسنن البنيون القائد رقم (1)، ويبقى اتجاه الدوران كما هو حول المحور الطولي لعمود النقل، ويدير البنيون المسنن التاجي (رقم 2) الذي يكون معشقاً معه بسرعة قليلة ونسبة تخفيض تساوي عدد أسنان المسنن التاجي إلى عدد أسنان البنيون، كما هو مبين في الشكل (8 - 13) 1/، وتتراوح هذه النسبة في السيارات عادة من (3 : 1) إلى (6.5 : 1). فإذا أخذت النسبة (3 : 1) فإن عمود النقل يدور 3 دورات مقابل كل لفة أو دورة لعجل المركبة. ونظراً لنوع التركيبة للبنيون أو المسنن التاجي المخروطيين، فإن محور الدوران يصبح عرضياً بزاوية تساوي (90°)، وهذه التركيبة الميكانيكية هي التركيبة الوحيدة التي يمكن بواسطتها تحويل الحركة الطولية إلى حركة عرضية بزاوية قائمة تماماً.

هل تستطيع إثبات ذلك هندسياً؟ حاول تمثيل ذلك برسم المخطط الهندسي للمسننات ومحاورها، وملاحظة زاوية تقاطع المحاور لتلك المسننات.

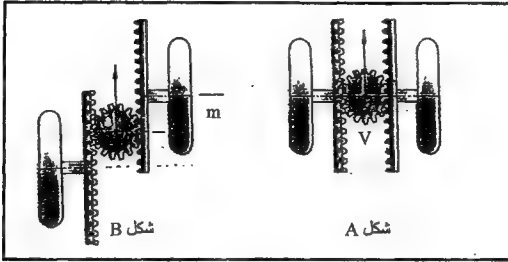
وتنتقل الحركة الدورانية العرضية بالسرعة ذاتها الى حمالة المسننات الفرعية القائدة او علبتها (رقم 3) التي يثبت عليها المسنن التاجي مباشرة، أي إن مجموعة المسنن التاجي وعليه المسننات التفاضلية تدور وحدة واحدة.

وفي حالة المسير في خط مستقيم، لا تدور المسننات التفاضلية القائدة حول محاورها، ولكنها تؤثر في ناتج الحركة تأثيراً متساوياً في المسننات التفاضلية الجانبية والمحاور النصفية، التي تدور بسرعة واحدة مساوية لسرعة المسنن التاجي وسرعة مجموعة المسننات التفاضلية، وبذلك، تنطلق السيارة في خط مستقيم، أي إن سرعة دوران العجل الأيمن تساوي سرعة دوران العجل الأيسر تماماً.

(ب) حالة الدوران الى اليسار:

عند الدوران إلى أي من الجهتين، فإن على العجلة الخارجية (بالنسبة لنصف قطر الدوران) أن تدور بسرعة أعلى من سرعة العجلة الداخلية، وهذا يؤدي إلى ازدياد المقاومة ضد دوران أحد الأعمدة أو المحاور النصفية، الذي يؤدي إلى جعل المسننات التفاضلية القائدة تدور حول محاورها، وفي الوقت نفسه، تدور أو تتدحرج حول المسننات التفاضلية الجانبية العشقة مع المحاور النصفية، فيؤدي إلى دوران ككل محور نصفي بسرعة مختلفة عن سرعة الآخر، وعليه، فإن المحور النصفية الداخلي يدور بسرعة أقل من سرعة المحور النصفية الخارجي إلى السرعة التي لا يحدث فيها للعجل الداخلي انزلاق، كما هو مبين في الشكل (8 - 13 / ب)

نظرية التروس الفرقية:



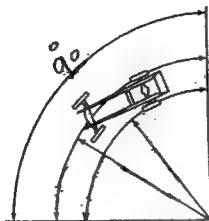
شكل (8-14) أ، ب

- في الشكل A عندما تدور العجلتان بنفس السرعة فإن الترس الموجود في الوسط لا يدور ولكنه يؤثر على كل جريدة مسننة بنفس القوة.
- في الشكل B عندما تدور العجلة اليمنى أسرع فسيؤثر الترس الوسطي حسب اتجاه السهم ويدفع الجريدة المسننة اليمنى الى الامام وبشكل آخر لتوضيح العملية نفرض ان V تمثل عدد دورات الترس التاجي او التروس الفرقية وفي الشكل (التروس الوسطى) وكانت m تمثل عدد دورات التروس الجانبية في الشكل تمثيل الجريدة المسننة فسيكون الاتي:

$$V + m = \text{عدد دورات العجلة اليمنى}$$

$$V - m = \text{عدد دورات العجلة اليسرى}$$

• التروس الفرقية Differential



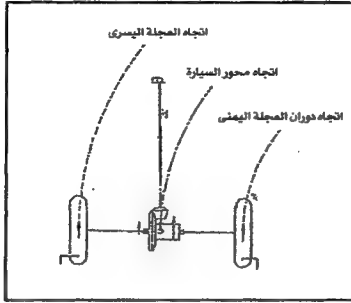
الشكل (8-15)

عندما تنعطف المركبة في منحنى كما في الشكل اعلاه فإن المسافة التي تقطعها العجلة الداخلية اقل فإذا كانت العجلتان مثبتتان على نفس المحور فإن إحدى العجلتين سوف تنزلق على سطح الأرض لكي تحافظ على تلازمها مع زميلتها في المنحنى المبين في الشكل (8-15) وبالتالي ستستهلك بسرعة الاضافة الى التواء الاعمدة الذي يؤدي الى كسرها.

ولهذا يقسم العمود الى نصفين يسميان المحاور او الاعمدة النصفية وذلك لتمكين دوران العجلتين في نفس الوقت ولكن بدورات مختلفة بالعدد. وسميت هذه بالتروس الفرقية وهي تتكون من اربعة تروس مخروطية دائمة التعشيق.

مثال:

سيارة تأخذ منحياً جهة اليمين كما في الشكل ادناه، علماً بأن عمود الادارة يدور (2000) دورة/دقيقة، وكانت نسبة التخفيف بين عمود الادارة والتروس الفرقية هي $(\frac{5}{1})$ ، احسب عدد دورات العجلة اليسرى وعدد دورات العجلة اليمنى. علماً بأن عدد دورات التروس الجانبية (20) دورة/دقيقة.



الشكل (8-16)

$$\frac{2000}{5} = 400 \text{ RPM} = \text{عدد دورات التروس الفرقية}$$

$$A + m = 400 + 20 = \text{عدد دورات العجلة اليسرى}$$

$$= 420 \text{ RPM}$$

$$A - m = 400 - 20 = \text{عدد دورات العجلة اليمنى}$$

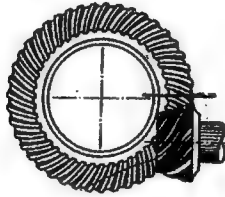
$$= 380 \text{ RPM}$$

ثالثاً: أنواع التمشيقات بين مسنن البنيون والمسنن التاجي:

يوجد ثلاثة أنواع رئيسة من التمشيقات بين مسنني البنيون والتاجي، وتختلف من ناحية زيادة مساحة التمشيق (لسن واحد أو أكثر) والضجيج الناتج، وهذه التمشيقات هي:

(1) التمشيق الهيبويدي:

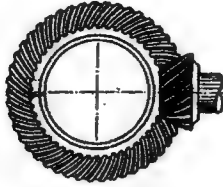
لفرض خفض مستوى مجرى عمود النقل في أرضية هيكل السيارة والسماح لهيكل السيارة بالانخفاض، فإن نقطة تعشيق مسنن البنيون والمسنن التاجي تكون ذات مستوى منخفض عن مركز المسنن التاجي وتسمى هذه التمشيق التي تستعمل بها مسننات ذات أسنان حلزونية مملوئة تعشيق هابيويدي، وهي موضحة في الشكل (8 - 17).



الشكل (8 - 17) تمشيق هابيويدي

(2) التمشيق الحلزونية المخروطية:

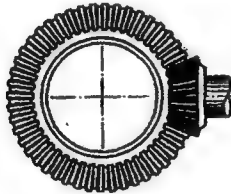
تكون نقطة تعشيق البنيون والمسنن التاجي بمستوى خط مركز المحور الخلفي نفسه، والشكل الحلزوني للأسنان يسمح بتعشيق أكثر من سن واحد في الوقت نفسه، وهذا يعطي تعشيقاً هادئاً وقوة كبيرة إذ يحدث تعشيق لسن قبل انتهاء تعشيق السن الآخر، وهذا يسمح بتوزيع العزم على أكثر من سن واحد، وهذه التمشيق موضحة في الشكل (8 - 18).



الشكل (8-18) تعشيق حلزونية مخروطية

(3) التعشيق المستقيمة المخروطية

هذه التعشيق من أقدم الأنواع، ويمكن ملاحظة أن الأسنان تكون مستقيمة فيها وتحدث ضجيجاً في أثناء التعشيق، ولا توفر القوة الكافية كما في الأسنان الحلزونية المخروطية، ومع ذلك، فإنها تعمل بصورة جيدة بالنسبة للمسننات الفرقية، والشكل (8-19) يوضح هذه التعشيق.



الشكل (8-19) تعشيق مستقيمة مخروطية

حسابات نظام النقل:

نسبة النقل في مجموعة الادارة النهائية:

$$\boxed{GRF = \frac{Z_n}{Z_p} = \frac{N_p}{N_c} \quad \text{final gear ratio}}$$

حيث أن:

GRF: نسبة النقل في مجموعة الإدارة النهائية.

Z_n : عدد أسنان الترس التاجي (الكرونا).

N_c : سرعة دوران الترس التاجي (سرعة دوران عمود المحور). وبالتالي سرعة دوران العجل (N wheel).

Z_p : عدد أسنان قرس البنينون في مجموعة النقل النهائي.

N_p : سرعة دوران قرس البنينون (أو سرعة دوران عمود الإدارة).

($N_p = N_o$): نفس دوران العمود الرئيسي لصندوق التروس عند خيار معين.

نسبة النقل الكلية:

$$\boxed{G_{RT} = G_{RG} * G_{RF}}$$

حيث أن:

GTR: نسبة النقل الكلية (total gear ratio).

GRF: نسبة النقل في مجموعة الادارة النهائية (final gear ratio).

GRG: نسبة التروس في صندوق التروس في غيار معين (Gea ratio gear box).

$$GRT = \frac{N_{engine}}{N_{wheel}}$$

حيث أن:

N: سرعة دوران المحرك (RPM).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (RPM) وهي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بها.

حساب سرعة السيارة (V):

$$V = \pi D * N_{whee} \quad (km/hr)$$

حيث أن:

V: سرعة السيارة (km/hr).

: النسبة التقريبية.

D: قطر عجل السيارة الديناميكية (M).

Nw: سرعة دوران عجلات السيارة (RPM) هي نفسها سرعة دوران عمود المحور المتصل بالعجل.

مثال:

1. نسبة التروس في الغيار الثالث = (1.5:1.0).

2. عدد أسنان ترس البنين في مجموعة الإدارة النهائية = 10 س (Zp).

3. عدد أسنان تروس الكرونة = 50 س (Zd).

4. قطر عجل السيارة الديناميكية = 0.5 متر (D).

5. سرعة المحرك = 3750 RPM

المطلوب:

احسب سرعة السيارة اذا كانت تسير على السرعة الثالثة:

$$V = \pi \times D N_{wheel}$$

$$G_{RT} = \frac{N_{engine}}{N_w}$$

$$G_{RT} = G_{RG} * G_{RF}$$

$$G_{RF} = \frac{Z_c}{Z_p} = \frac{50}{10} = 5:1$$

$$G_{RT} = 1.5 * 5 = 7.5$$

$$G_{RT} = \frac{N}{N_w}$$

$$N_w = \frac{N}{G_{RT}} = \frac{3750}{7.5}$$

$$= 500 \text{ RPM}$$

$$V = \pi \times D \cdot N_w$$

$$= \frac{22}{7} \times 0.5 \times 500$$

$$= 785.7 \text{ m/min}$$

$$= \frac{785.7}{1000} \times \frac{1}{1/60} = \frac{785.7 \times 60}{1000}$$

$$= 47.14 \text{ km/hr}$$

حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات T_w :

يمكن حساب عزم الادارة المنقولة الى العجلات بنفس الطريقة المعروفة في نسبة التروس.

$$G_{RT} = \frac{T_{wheel}}{T_{engine}}$$

حيث أن:

T_w : عزم الادارة المنقولة الى العجلات (N.m).

T : عزم ادارة المحرك (N.m).

نصف القطر الديناميكي بعجل السيارة (Dynamic Wheel Radius).

هو عبارة عن المسافة بين مركز محور العجل وسطح الطريق أثناء سير المركبة وتعتمد قيمة نصف القطر الديناميكي (r_{dyn}) للعجل على:

1. تحميل الاطار (الوزن الواقع عليه).
2. ضغط الهواء فيه.
3. القوة الطاردة المركزية التي تنشأ نتيجة الدوران.

وتكون قيم نصف القطر الديناميكي للاطارات المعطاه في جداول الاطارات محسوبة على اساس سرعة متوسطة مقدارها (60 كم/ساعة) وقوة التحميل القصوى وضغط الهواء المقرر بالمواصفات.

حساب قوة الجر للعجلات على سطح الطريق (Traction Force):

تحسب قوة الجر على سطح الطريق بتحديد كلا من عزم الادارة المنقول من عمود المحور الى العجل (T_w) وكذلك نصف القطر الديناميكي (r_{dyn}).

عزم الادارة = نصف القطر الديناميكي × قوة الجر

$$T_f = T_w / r_{dyn}$$

حيث:

$$T_f - \text{قوة الجر (N)}$$

مثال: ينتج محرك سيارة عزم دوران مقداره (277 N.m) عند سرعة دوران (4300 RPM) فإذا كانت نسب نقل السرعات الاربعة لصندوق التروس هي:

الأول: 3.85 : 1

الثاني: 2.2 : 1

الثالث: 1.4 : 1

الرابع: 1 : 1

نسبة نقل مجموعة الادارة النهائية : 3.45:1

احسب ما يلي علما بأن نصف قطر الديناميكي للعجل (0.2 m).

1. نسب النقل الكلية عند الغيارات الاربعة (G_{RT}).
2. عزوم الدوران المنقولة الى المعجلات في الغيارات الاربعة (T_W).
3. سرعة السيارة على الغيار الثاني.
4. قوة جر المعجلات على السطح الطريق على الغيار الاول.
5. عزم الادارة على عمود البنيون في الغيار الثالث.

الحل:

$$1. G = G_{RG} \times G_{RF}$$

$$G_{RT1} = G_{RG1} \times G_{RF}$$

$$= 3.85 \times 3.45$$

$$= 13.28 : 1$$

$$G_{RT2} = G_{RG2} \times G_{RF}$$

$$= 2.2 \times 3.45$$

$$= 7.59 : 1$$

$$G_{RT2} = G_{RG3} \times G_{RF}$$

$$= 1.4 \times 3.45$$

$$= 4.85 : 1$$

$$G_{RT4} = 1 \times 3.45$$

$$= 3.45 : 1$$

$$2. \quad G_{RT} = T_W / T_{engine}$$

$$T_W = G_{RT} \times T_{engine}$$

$$T_{W1} = G_{RT1} \times T_{engine}$$

$$\begin{aligned} T_{W1} &= 13.28 \times 277 \\ &= 3678.56 \text{ N.M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{W2} &= G_{RT2} \times T \\ &= 7.59 \times 277 \\ &= 2102.43 \text{ (N.M)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{W3} &= G_{RT3} \times T \\ &= 4.85 \times 277 \\ &= 1343.45 \text{ (N.M)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{W4} &= G_{RT4} \times T \\ &= 3.45 \times 277 \\ &= 955.65 \text{ (N.M)} \end{aligned}$$

$$3. \quad V = \pi \cdot DNW$$

$$G_{RT2} = \frac{N}{N_W}$$

$$N_W = N / G_{RT2}$$

$$N_W = 4300 / 7.59$$

$$= 566.5 \text{ RPM}$$

$$V_2 = \pi(0.2 \times 2) \times 566.5$$

$$= 711.5 \text{ M/min}$$

$$= 711.5/1000 \times 60$$

$$= 42.7 \text{ km/hr}$$

4. $T_w/R = \text{قوة الجر للغيار الأول}$

$$= 3678.5/0.2$$

$$= 18392.8 \text{ (N)}$$

5. $G_{R3} = T_0/T_{engine}$

حيث: T_0 العزم الخارجي من الصندوق السرعات

T : نسبة النقل عند الغيار الثالث.

$$T_0 = G_{R3} \times T$$

$$= 1.4 \times 277$$

$$= 387.8 \text{ (N.M)}$$

خامساً: الأعمدة النصفية أو محاور العجلات

رأيت أن ناتج الحركة في مجموعة المستنات الفرعية يظهر في الحركة الدورانية للمستنات الجانبية في تلك المجموعة، وهذه المستنات وعددها اثنان (يميني وشمالى) مركبة على أعمدة أو محاور داخل قشرة المحور الخلفى، ومعشقة

معها بأسنان طويلة تدعى الأعمدة النصفية، وترتبط المحاور عند أطرافها الأخرى بالعجلات، بوساطة فلنجة ويراعي خاصة.

وتدور المحاور بسرعة تعتمد على سرعة دوران كل مسنن جانبي في مجموعة المسننات الفرقية ويسبب حالة سير السيارة (في خط مستقيم أو دوران) كما لاحظت سابقاً، ونظراً لأن العجلات مرتبطة مباشرة بالمحاور، فإنها تدور بسرعة المحاور نفسها.

وهناك أنواع من الأعمدة النصفية تختلف باختلاف طريقة دعمها وتركيبها في المحور الخلفي، وتصنف عادةً إلى الأنواع الآتية:

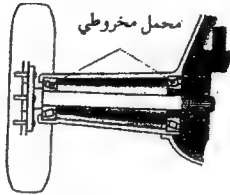
- المحاور شبه الطافية أو نصف الطافية.
- المحاور ثلاثة أرباع الطافية.
- المحاور الطافية تماماً.

1. المحاور شبه الطافية (نصف طافية):

تكون المحاور شبه الطافية مرتكزة ومدعمة عند طرفها الداخلي المشق مع المسننات الفرقية الجانبية بوساطة كراسي تحميل (بيل) مسلوية داخل غلاف أو قشرة المحور الخلفي، وهذه الكراسي تحمل أيضاً حمالة المسننات الفرقية في مجموعة النقل النهائي، وتكون هذه المحاور مرتكزة عند طرفها الآخر (الخارجي الذي يحمل العجلات) بوساطة كراسي تحميل آخر يركب بين العمود والسطح الداخلي لقشرة المحور الخلفي.

ويتحمل هذا النوع من الأعمدة أحمال الانحناء الناتجة من وزن السيارة وسيرها وعزمه.

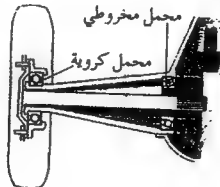
ويبين الشكل (8-20) محوراً من النوع شبه الطائي وطريقة تركيبه في المحور الخلفي.



الشكل (8-20) المحور شبه الطائي

2. المحاور ثلاثة أرباع الطافية:

يرتكز المحور من النوع ثلاثة أرباع الطافية عند طرفه الداخلي على محمل مخروطي كما في المحور شبه الطائي، وهذا المحمل يحمل أيضاً مجموعة المسننات الفرعية، ولكنه عند طرفه الخارجي يكون متصلاً بفلنجة أو صرة العجل التي تحمل على محمل كروي ويكون هذا المحمل مركباً بين صرة العجل هذه وغلاف المحور الخلفي، ويبين الشكل (8-21) محوراً من النوع ثلاثة أرباع الطافية.

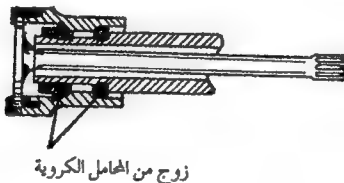


الشكل (8-21) المحور ثلاثة أرباع الطائي

ويتعرض هذا النوع من المحاور لأحمال انحناء نتيجة القوة الحاصلة في حالة الدوران فقط.

3. المحاور الطافية تماماً؛

يستخدم زوج من المحامل الكروية في هذا النوع من المحاور بين صرة العجل وغلاف المحور الخلفي، ويتحمل هذا الزوج من المحامل وزن السيارة والقوى الناتجة في حالة الدوران، ونادراً ما يستخدم هذا التصميم في السيارات الصغيرة والمركبات الخفيفة، لماذا؟ ويبين الشكل (8 - 22) محوراً من النوع الطافي تماماً.



الشكل (8 - 22) محور طافي تماماً

الاجهادات التي تتعرض لها أعمدة المحاور:

(أ) المحور شبه الطافي: تتعرض المحاور شبه الطافية (نصف طافي) للاجهادات الناتجة عما يأتي:

1. قوى الانحناء في المستوى الرأسي والناجمة عن تحمل العمود ولما يقع من وزن السيارة وحمولتها.
2. قوى الانحناء في المستوى الأفقي (الجانبى) الناجمة عن الدوران على المنعطفات.

3. قوى اللي الناجمة عن نقل العمود لعزم الادارة الى العجلات.

وتكون اضعف نقطة في هذا العمود وهي الجزء الواقع بين الحمل وصرة العجل، واذا حدث كسر في هذا الجزء فستفصل الصرة وطارة الفرامل مع العجل نفسه عن السيارة، ولهذا السبب لا تستعمل المحاور نصف طافية في السيارات الثقيلة المخصصة للنقل، ولكنها تستعمل في سيارات الركوب الصغيرة.

• مميزات المحور نصف الطاية:

1. خفة الوزن.

2. انخفاض الكلفة.

(ب) محور ثلاث ارباع طاية:

يتحمل عمود المحور في هذا التصميم جزء بسيط من وزن السيارة، أما غلاف العمود فيتحمل الجزء الأكبر من الوزن.

أما الأجهادات التي يتعرض لها عمود المحور ثلاث ارباع طاية فهي:

1. قوى الانحناء الجانبية الناجمة عن الإنعطاف على المنحنيات.

2. القوى اللي الناجمة عن نقل العمود لعزم الادارة الى العجلات.

يعتبر تصميم المحور ثلاث ارباع طاية حلا وسطا بين النصف طاية والطارئة الكامل. يستعمل هذا النوع من المحاور لسيارات الركاب وكذلك لركبات النقل الخفيفة.

(ج) محور طليء كامل:

يعتبر هذا النوع من المحاور الأكثر أماناً من باقي التصميمات، وهو يستعمل حالياً بشكل واسع في مركبات النقل.

ويعتبر هذا النوع النوع من المحاور الأكثر كلفة من باقي الأنواع.

مميزات المحاور الطليء كلياً:

1. يرفع هذا التصميم وزن السيارة عن كاهل عمود المحور بشكل كامل.
2. لا يتأثر بقوة الانحناء الناجمة عن الانعطاف.
3. يتحمل عمود المحور قوى اللي الناجمة عن نقله لعزم الإدارة الى العجلات فقط.

ويتميز هذا النوع من المحاور أنه بالإمكان فك عمود المحور وتركيبه دون الحاجة الى فك العجلات.

وفي حالة وجود كسر لعمود المحور لمركبة محمله يمكن فك العمود المكسور وتغييره دون الحاجة الى تفريغ حمولة المركبة ورفعها على الجكات.

أسئلة الوحدة الثامنة

السؤال الأول: عدد الأجزاء الرئيسية المكونة لمجموعة النقل النهائي

السؤال الثاني: علل ما يأتي:

(أ) استخدام مسننات مخروطية في مجموعة المسننات التفاضلية

(ب) تشابه المسننات الفرقية والمخروطية وتمثيلها

السؤال الثالث: اشرح طريقة عمل المسننات التفاضلية في المحور الخلفي في حالة:

(أ) السير المستقيم

(ب) الدوران لليمين

(ج) الدوران لليسار

وضح ذلك بالرسم.

السؤال الرابع: ما هي أهمية

(أ) الخلوص الخلفي بين مسنني البنيون والكرونا

(ب) مساحة التعشيق بين مسنني البنيون والكرونا

السؤال الخامس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح

(أ) الهدف من مجموعة المسننات التفاضلية هو:

(أ) زيادة العزم مع تقليل السرعة (ب) تحويل الحركة الطولية الدائرية

لعمود الدفع الى عرضه بزاوية قائمة

(د) تقليل العزم عند زيادة السرعة

(ج) 1 + ب

(2) إذا دار العجل الداخلي 50 دورة /دقيقة ودار العجل الخارجي 100 دورة/الدقيقة،
وذلك حسب منحني الدوران فإن المسنن التاجي يدور بسرعة:

- (أ) 75 دورة/دقيقة (ب) 80 دورة/دقيقة
(ج) 90 دورة/دقيقة (د) 100 دورة/دقيقة

(3) عندما يكون نقطة تعشيق مسنن البنيون والمسنن التاجي ذات مستوى منخفض
عن مركز المسنن التاجي تسمى هذه التعشيقية تعشيقية:

- (أ) حلزونية (ب) مخروطية
(ج) هابوييد (د) لا شيء مما ذكر

(4) المحاور شبه الطافية تستخدم لتحمل:

- (أ) إنحناء الاحمال الناتجة عن وزن (ب) الانحناء الناتج عن دوران السيارة
السيارة
(ج) 1 + ب (د) الانحناء الجانبي الناتج عن سرعة
السيارة

(5) تتركز المحاور الطافية كلها على:

- (أ) محمل كروي (ب) محمل أبري
(ج) زوج محامل كروية (د) زوج محامل أبري

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المركبات

Suspension System

الوحدة التاسعة

نظام التعليق في المركبات

تتعرض المركبة اثناء المسير على الطريق الوعرة وعند الضربة والتسارع الى اهتزازات وحركة في اتجاه محاورها الرئيسة الثلاث وهي:

1. المحور الطولي.
2. المحور العمودي.
3. المحور العرضي.

وهذا يؤدي الى الحاق الضرر في جسم المركبة، وصعوبة في القيادة والتوجيه وعدم راحة الركاب، ولتجنب ذلك صممت أنظمة التعليق للمركبات لتؤدي الوظائف الآتية:

1. ضمان تلامس ثابت قدر الإمكان بين العجلات والطريق.
2. تخفيض أثر الصدمات الناتجة عن الطريق، وتلقاها ثم تحويلها الى اهتزازات.
3. امتصاص الإهتزازات والنبذبات في المركبة الى ان تصل حالة السكون.
4. المحافظة على أجزاء السيارة من التلف.

أنواع أنظمة التعليق:

يوجد نوعان من أنظمة التعليق:

1. التعليق المستقل.
2. التعليق الغير مستقل.

التعليق الأمامي المستقل:

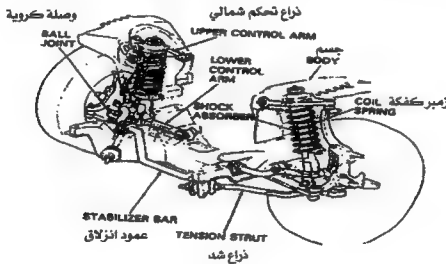
يسمح هذا النظام للعجلات الامامية بالحركة للأعلى وللأسفل، وامتصاص صدمات الطريق، ويسمح أيضاً للعجلات بالتوجيه من جهة الى اخرى

عند الانعطاف، وتستعمل الزنبركات الحلزونية والورقية وعمود اللي ورداع الارتجاج بطرائق مختلفة لتشكل التعليق الامامي، وهذه الطرائق هي:

1. زنبرك حلزوني على ذراع التحكم السفلي:

يكون الزنبرك بين ذراع التحكم السفلي وذراع التحكم العلوي، ويوجد داخل الزنبرك رادع ارتجاج، ويرتكز ذراع التحكم السفلي من الداخل على محور اطار السيارة بواسطة محور وجلب مطاطية، لذلك تتأرجح للأعلى والأسفل عند الضرورة، وتثبت النهاية الخارجية مع محور توجيه العجل بواسطة وصلة كرة.

وتتصل بالمحور نقطتان بواسطة محور وجلب مطاطية مع اطار المركبة وهذا ينم عن النهاية الخارجية لذراع التحكم من الأرجحة الى الأمام والخلف عند الضربة أو اهتزاز العجلات الشكل (9-1).



الشكل (9-1)

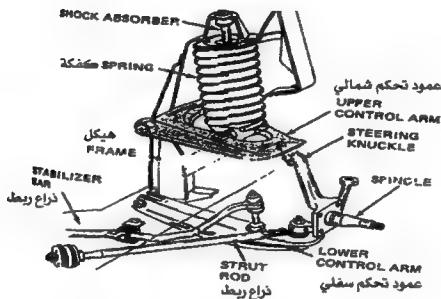
يستعمل عمود التوازن في التعليق الامامي، لمنع تمايل المركبة عند الانعطاف أو اهتزاز احدي العجلات اذ يثبت عرضيا على مقدمة اطار المركبة وتثبيت نهاية باذرع التحكم السفلي.

2. زنبرك حلزوني على ذراع التحكم العلوي:

يكون الزنبرك الحلزوني بين ذراع التحكم العلوي وهيكـل السيارة، ويوجد داخل الزنبرك رداغ الارتجاج، فينضغط الزنبرك ويتمدد حسب حركة العجلات للأعلى وللأسفل نتيجة ارتطامه بالمطبات في الطريق.

ويثبت في نهايته الخارجية مع اطار المركبة لمنع النهاية الخارجية من الأرجحة للأمام والخلف عند الضربة والاهتزاز.

كما هو مبين في الشكل (2-9):

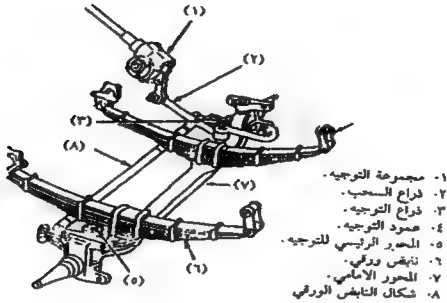


الشكل (2-9)

3. التعليق بالزنبركات الورقية (تعليق غير مستقل):

يستعمل التعليق بالزنبركات الورقية في التعليق غير المستقل الامامي والخلفي ومن الضروري استعمال روادع الارتجاج عند التعليق بالنوابض الورقية.

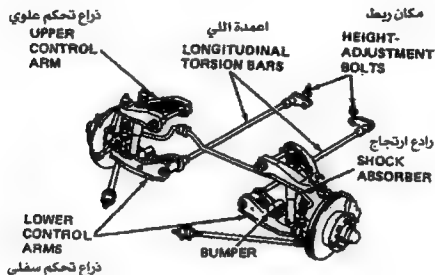
الشكل (3-9).



الشكل (9-3)

4. التعليق بعمود اللي:

تستعمل اعمدة اللي في التعليق الامامي المستقل مع رادع الارتجاج وتكون طولية أو عرضية بالنسبة لإطار المركبة، وتثبت نهاية كل عمود بذراع التحكم السفلي والطرف الآخر في مكان خاص في جسم المركبة الشكل (9-4) عندما يتحرك ذراع التحكم للأعلى والأسفل، يلتوي عمود اللي بزوايا محددة، ويتأثير المرونة المخزونة في عمود اللي، يحاول الرجوع الى حالته الطبيعية، وهذا يؤدي الى امتصاص الإهتزازات بمساعدة رادع الارتجاج، وتقليل تأثيرها على السيارة.



الشكل (9-4)

5. نظام تعليق ماكفرسون:

يكثر استخدامة في التعليق الامامي والخلفي، ويتكون من ثلاثة اجزاء

رئيسية هي:

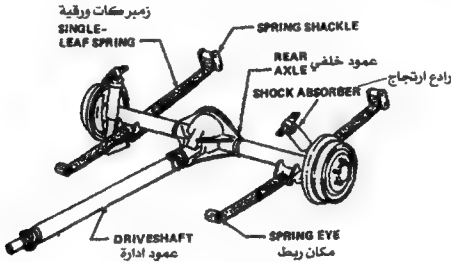
- أ. زنبرك حلزوني.
- ب. رذاع ارتجاج.
- ج. انبوية رذاع الارتجاج.

التعليق الخلفي:

بالإضافة الى الزنبركات الورقية، تستعمل ايضاً الزنبركات الحلزونية في التعليق الخلفي مع رذاع الارتجاج وبعض الوصلات والاعمدة لمنع أرجحة العجلات للامام والخلف عند الضربة أو الاصطدام بالمطبات اثناء المسير.

1. التعليق بالزنبركات الورقية:

تستعمل الزنبركات الورقية في التعليق الخلفي غير المستقل مع روادع الارتجاج، وتثبت عين الزنبرك الامامية بحمالة في هيكل اطار المركبة بواسطة مسمار (برغي) وجلب مطاطية، اما النهاية الخلفية للزنبرك فتثبت من طريق عين الزنبرك لتسهيل تغيير طول الزنبرك حيث حركته للأعلى والاسفل نتيجة اهتزاز العجلات والاحمال المختلفة، ويوضح الشكل (9 - 5) تعليقاً خلفياً بالزنبركات الورقية، ويستخدم الشكال في الجهة الخلفية من الزنبرك ويحتوي على جلب مطاطية لمنع تأثير النبنبات في جسم المركبة.

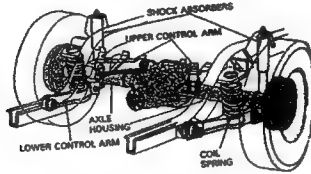


الشكل (9 - 5)

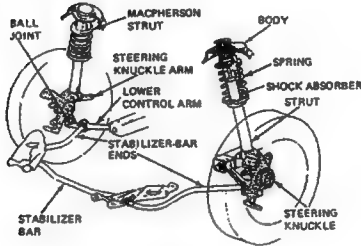
2. التعليق بالزنبركات الحلزونية:

يوجد زنبرك حلزوني وراودع ارتجاج لكل عجل، ويسمح للعجلات الخلفية بالحركة للأعلى والاسفل ويتمدد وينضغط الزنبرك تبعاً لطبيعة الطريق ولا يسمح بالتوجه من جهة الى اخرى او الاراحة للامام والخلف كما في الشكل (9 - 6) ويرتكز الزنبرك من الاعلى على قاعدة خاصة في اطار المركبة او هيكلها، ومن الاسفل يرتكز على ذراع تحكم او على المحور الخلفي،

ويستخدم أيضاً في التعليق الخلفي نظام تعليق ماكفرسون، ويركب بالطريقة نفسها كما في التعليق الامامي كما هو موضح في الشكل (9 - 7).



الشكل (9 - 6)

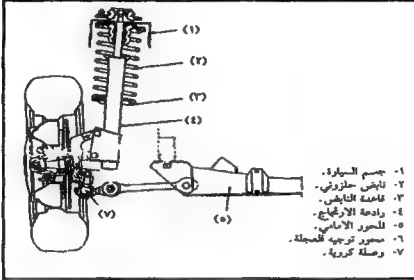


الشكل (9 - 7)

نظام تعليق ماكفرسون:

يستعمل نظام تعليق ماكفرسون في التعليق الامامي والخلفي ويقتصر على التعليق المستقل، ويتكون من زنبرك حلزوني وراصد ارتجاج واسطوانة خارجية يوضع داخلها رداع ارتجاج كما هو موضح في الشكل (9 - 8)، في نظام التعليق هذا لا يستعمل ذراع تحكم علوي، لذلك تركز النهاية العلوية للنظام على هيكل المركبة بواسطة قاعدة تحتوي على محمل (كرسي) محور لتسهيل الحركة عند

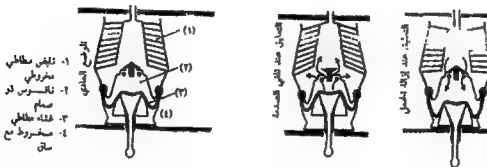
الاستدارة حيث يدور النظام كاملاً مع العجل ويرتكز الزنبرك الحلزوني من الأسفل على قاعدة في الاسطوانة الخارجية، اما الاسطوانة فثبتت مع محور توجيه العجل من الأسفل، وعند تعرض العجل لارتفاع او انخفاض في الطريق ينضغط، ويتمدد الزنبرك الحلزوني ليسمح للعجل بالحركة للأعلى والأسفل.



الشكل (8-9)

التعليق الهيدروليكي الآلي:

يكون الزنبرك وراصد الارتجاج في هذا النوع من التعليق وحدة كاملة، ويتركب الزنبرك من سائل ومواد مطاطية مرنة كما في الشكل (9-9).



الشكل (9-9)

يتكون السائل من الماء والكحول بنسبة 50% لكل منها مع إضافة كمية صغيرة من سائل مقاوم للصدأ من أجل إطالة عمر الأجزاء المعدنية ويحول هذا السائل أيضاً دون أية صعوبات في العمل عند ظروف الحرارة غير العادية، يمكن أن يعمل الزنبرك المفرد دون أن يكون متصلاً مع بقية الزنبركات، إلا أن الزنبركات على جانبي المركبة تكون متصلة مع بعضها البعض، حتى يمكن التوصل إلى زيادة كمية السائل وبالتالي الوصول إلى مقدرة تشغيل أعلى، فعند اهتزاز إحدى المعجلات الأمامية ينتقل جزء من الضغط الهيدروليكي إلى الخلف ليكمل التعليق أكثر صلابة.

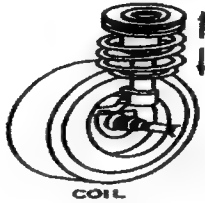
يكون تأثير هذه الزنبركات في البداية منخفض نسبياً، ثم يصبح أكثر صلابة مع ازدياد المسافة المقطوعة مما يقلل الاهتزازات والميل الجانبي غير المرغوب فيه، أما المنع الكلي للاهتزازات والأرجحة فهو من وظائف قضيب الالتواء المركب في الجزء الخلفي من الاطار.

أنواع الزنبركات المستخدمة في أنظمة التعليق:

تقوم الزنبركات بحماية جسم المركبة ومكوناتها من الصدمات والاهتزازات القوية التي تتعرض لها المركبة، وتصنع من الفولاذ النابضي وعادة من سبائك المنغنيز أو من الحديد (كروم فاناديوم) وهذه الأنواع هي:

1. الزنبرك الحلزوني Coil Spring:

يستخدم هذا النوع من النوابض بصورة أساسية في نظام التعليق المستقل، نظراً لصغر الحيز اللازم، ويمتاز هذا النوع بحسن استخدام معدنه، وخفة وزنه، كما يسمح للم فراغ الداخلي إمكانية تركيب رداغ ارتجاج فية كما هو موضح في الشكل (9-10).



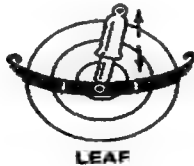
الشكل (9-10)

2. الزنبرك الورقي Leaf Spring:

يوجد نوعين رئيسيين هما:

- أ. الزنبرك الورقي المفرد.
- ب. الزنبرك الورقي المتعدد.

النوع المتعدد يتكون من عدة زنبركات ورقية متفاوتة الاطول، ومثبتة مع بعضها البعض بشكالات (كلبسة) وتقوم الزنبركات الورقية بعملها بامتصاص صدمة الطريق عندما تنحني. الشكل (9-11) يبين هذا النوع.



الزنبركات الورقية

الشكل (9-11)

3. عمود اللي Torsion Bar،

عمود اللي هو عبارة عن قضيب مستقيم من الفولاذ الزنبركي قاسي، مثبت من طرفه بهيكل المركبة أو جسمها، والطرف الآخر مثبت من ذراع التحكم العلوي أو السفلي، ويستعمل نابض اللي بدل النابض الحلزوني أو الورقي. ويوفر بمقاومة الالتواء المرونة الكافية لامتناس حركة المركبة للأعلى وللأسفل عند سيرها في الطرق المختلفة الشكل (9-12).



TORSION BAR

عمود اللي

الشكل (9-12)

4. الزنبركات الهوائية Air Springs،

الزنبركات الهوائية عبارة عن اسطوانة مطاطية أو حقيبية هوائية مملوئة بالهواء المضغوط، ويوجد مكبس بلاستيكي على ذراع التحكم السفلي يتحرك للأعلى والأسفل مع ذراع التحكم السفلي الشكل (9-13).

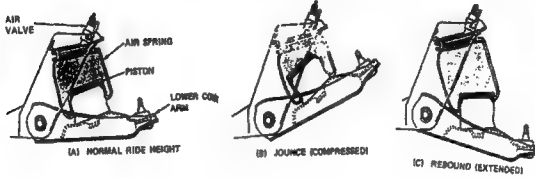


AIR زنبركات هوائية

Types of springs used in automotive suspension

الشكل (9-13)

وهذا يسبب بأن يعمل الهواء المضغوط عمل الزنبرك، إذا تغير الحمل في المركبة يفتح الصمام الموجود في أعلى المخذة الهوائية لإضافة هواء جديد أو تفريغ هواء من المخذة، ويكون الصمام موصول بضغطية الهواء للمحافظة على المخذة مفتوحة يبين الشكل (9-14) حالات عمل المخذة الهوائية.



الشكل (9-14)

ومن الانظمة الهوائية المستخدمة:

1. نظام النابض الهوائي المفتوح.
2. نظام النابض الهوائي شبه المغلق.

النظام الهوائي المفتوح يستخدم في الشاحنات والمقطورات والحافلات، وفيه يخرج الهواء العائد من المنفاخ النابضي الى الجو عبر صمامات تنظيم الضغط. ويستخدم ضاغط الهواء الذي يقضي نظام الفرامل الهوائي في الشاحنات لتغذية التعليق الهوائي.

اما النظام الهوائي شبه المغلق، فهو يستخدم في سيارات ركوب الاشخاص ذات الكفاءة العالية يستخدم ضاغط هواء يدار من قبل المحرك ويحتاج الى قدرة في حدود 0,75 كيلو واط او بوساطة الطاقة الكهربائية. كما يستخدم خزان للهواء وصمام لتنظيم الضغط، ومنافخ النوابض الهوائية مصنوعة من مطاط ذو بطانة من نسيج النايلون.

وترتبط منافخ النوايض الهوائية في المحور الخلفي مع بعضها البعض بوصلة، بحيث يحدث بينهم تعادل للضغط دائماً.

روداع الارتجاج Shock Absorber:

يسمى أيضاً كاتم الاهتزازات الهيدروليكي (Hydraulic Damper).

تعرض عجلات المركبة في اثناء سيرها على الطرق كثيرة النتؤات الى اهتزازات وذبذبات تجعل ركوب السيارة غير مريح وتزيد صعوبة التحكم وقيادة السيارة، لذلك يستعمل رداع الارتجاج حيث يضمن الرجوع التدريجي الى حالته الطبيعية بعد الانضغاط او التمدد، ويخفف انضغاط وارتداد النوايض بسرعة، مما يساعد على اطالة مدة الذنبية، وتقليل تأثيرها في جسم المركبة، وتتلخص وظيفة روداع الارتجاج فيما يأتي:

1. العمل على سرعة تضائل اهتزاز جسم المركبة.
2. انقاص اهتزاز العجلات حتى لا ينقطع اتصال مسار القوة المحركة مع طريق السير لضمان محافظة السيارة على استقرار اتجاهها والقدرة على فرملتها.

يستعمل حديثاً روداع ارتجاج تلوسكوبية، وتقسم الى قسمين رئيسيين:

1. روداع الارتجاج احادية التأثير.
2. روداع ارتجاج مزدوجة التأثير.

روادع الارتجاج احادية التأثير الشكل (9-15):

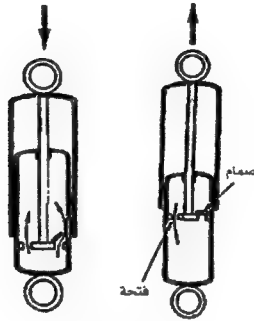


رودع ارتجاج احادي التأثير

الشكل (9-15)

ينزلق مكبس داخل جزء من اسطوانة سميكة الجدار مصنوعة بدقة عالية، ويملأ هذا الجزء بالزيت، والجزء الاخر فيملأ بالغاز المضغوط، ويوجد بين الجزأين مكبس يعمل على فصل الزيت عن الغاز، يتحرك المكبس داخل الاسطوانة بواسطة ذراع متصل به من جهة والجهة الأخرى للذراع تتصل مع غطاء واق من الاتربة والاسواخ او مسنن تثبت الذراع من الأعلى يوجد نوع آخر من روادع الارتجاج الاحادية التأثير اذا يوجد زيت فقط داخل الاسطوانة، وفي اثناء السحب يخلق صمام المكبس، فتزداد مقاومة مرور الزيت من اعلى المكبس الى الاسفل اثناء استطالة رادع الارتجاج.

كما هو مبين في الشكل (9-16) وفي أثناء انضغاط رادع الارتجاج يتحرك المكبس بتأثير ضغط الزيت أسفل المكبس، فيهر الزيت خلال صمام المكبس إلى أعلى فتقل مقاومة رادع الارتجاج.

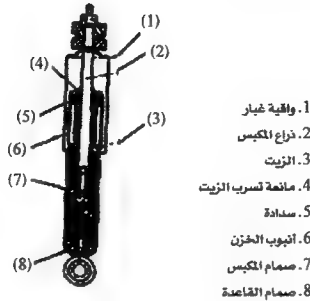


الشكل (9-16)

روادع ارتجاج مزدوجة التأثير:

يتكون رادع الارتجاج من اسطوانة خارجية واخرى داخلية، ومكبس وذراع مكبس وفي بعض التصميمات، هناك غطاء واق من الاتربة والاروساخ، وكما يحتوي رادع الارتجاج على مجموعة من الصمامات في المكبس وفي الجزء السفلي من الاسطوانة الداخلية للسيطرة على حركة الزيت داخل الرادع، وعندما يكون رادع الارتجاج في حالة السكون حيث تكون السيارة عند ارتفاعها الطبيعي، تكون الاسطوانة الداخلية (انبوية الضغط) مملوءة بالزيت تماماً، اما الاسطوانة الخارجية انبوية الخزان فتكون مملوءة جزئياً بالزيت ويكون المكبس في منتصف المسافة داخل الاسطوانة الداخلية ليسمح بالحركة للأعلى أو للأسفل.

كما هو مبين في الشكل (9-17):



الشكل (9-17)

وفي أثناء انضغاط الزنبرك الحلزوني، يتحرك المكبس وذراعه إلى الأسفل داخل الاسطوانة الداخلية ويندفع الزيت المحصور من خلال صمام المكبس إلى الفراغ في أعلى الاسطوانة، وفي الوقت نفسه سوف يحل ذراع المكبس محل جزء من الزيت، فيجبر الزيت لهذا السبب على التسرب إلى الاسطوانة الخارجية من خلال القاعدة. كما هو موضح في الشكل (9-18)، وتكون الصمامات منضمة لتبدي مقاومة محسوبة لحركة جريان الزيت ومع أن الزيت يمر خلال الصمامات بسهولة عند انضغاط الرادع ببطء، فإن أية زيادة في سرعة الانضغاط سوف تسبب مقاومة هذه الصمامات لهذا فإن رداً الارتجاج سوف يوائم أية حركة سريعة أو قوية.



الشكل (9-18)

وفي حالة استطالة رأع الارتجاج، وعندما يتمدد الزنبرك يجبر المكبس على الحركة الى الأعلى داخل الاسطوانة الداخلية، فيتسرب الزيت المحصور في أعلى الاسطوانة الى الأسفل من خلال صمام لأخر للتعويض من الحيز الذي كان يشغله ذراع المكبس ، فان زيتاً اضافياً سوف يسحب من انبوية الخزان من خلال صمام القاعدة كما هو موضح في الشكل (9-19).

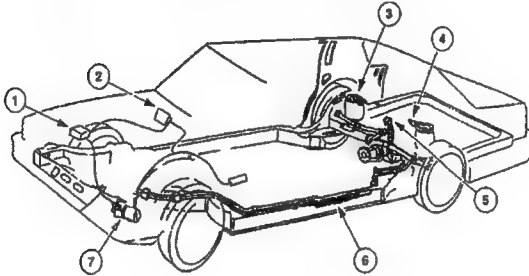


الشكل (9-19)

نظام التعليق الإلكتروني (Electronic Suspension System):

أنظمة التعليق لتسوية الحمل الخلفي

(Rear Load-Leveling Suspension System)



الشكل (9-20)

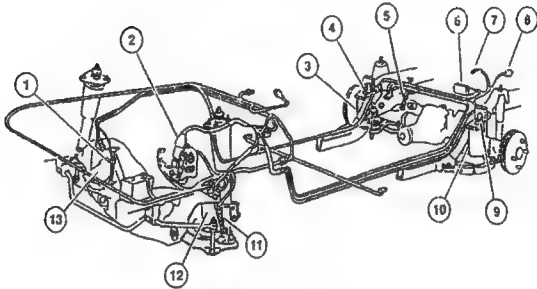
1. مبدل الكمبريصة	5. مجس التعليق الهوائي
2. وحدة التحكم	6. خطوط الهواء
3. الزنبرك الهوائي	7. مجموعة الكمبريصة المجفف
4. صمام الزنبرك الهوائي	

إن نظام التعليق لتسوية الحمل عبارة عن نظام كمبيوتر يتحكم في تعليق هوائي، حيث يقوم النظام بالمحافظة على ارتفاع معين للسيارة من الخلف بغض النظر عن الحمل الخلفي، حيث يقوم بتعديل كمية الهواء داخل الزنبركات الهوائية، كما هو بالشكل (9-20).

كذلك فإن وجود زنبرك هوائي يؤدي إلى تحسين ونعومة في نظام التعليق. يتكون هذا النظام من مضخة هواء، ووحدة كمبيوتر، وزنبرك هوائي عدد 2 خلفي خطوط هواء، ومجس ارتفاع خلفي، وصمام هواء وصمام تنفيس.

نظام التعليق الهوائي لأربعة عجلات.

.(Wheel Air Suspension System)



الشكل (9-21)

1.	مجس الارتفاع	8.	مفتاح تشغيل
2.	كمبريصة الهواء	9.	سولنويد طابة الهواء
3.	زنبرك هوائي خلفي	10.	طابة هواء خلفية
4.	سولنويد الزنبرك كالهوائي	11.	مجس ارتفاع
5.	مجس الارتفاع	12.	طابة هواء أمامية
6.	وحدة كمبيوتر	13.	طابة هواء أمامية
7.	وصلة تشخيص الأعطال		

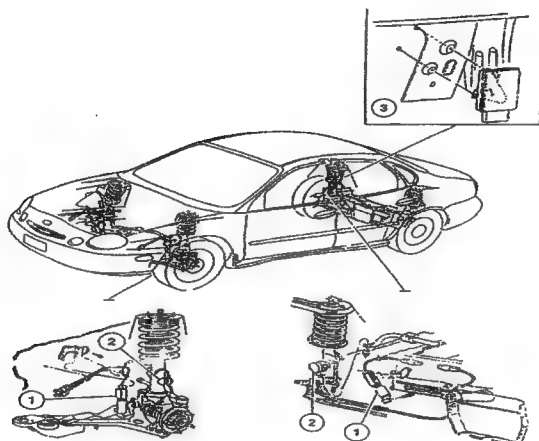
إن نظام التعليق ذو الأربعة عجلات عبارة عن نظام متطور يتم التحكم به بواسطة كمبيوتر من أجل تحسين القيادة والركوب وفعالية السيارة. كما هو موضح بالشكل (9 - 21).

يساعد هذا النظام على سهولة القيادة وذلك عن طريق المحافظة على ارتفاع ثابت للسيارة. كذلك تحسين ركوب السيارة بسبب وجود حامي الصدمات من هواء (طابة الهواء).

يتكون من طابات هواء، وكمبيوتر، وكمبريصة. وصمام هواء، ومجسات هواء ومصاصات للصدمة هوائية.

يقوم الكمبيوتر بتوجيه الأوامر بتغيير ارتفاع السيارة حسب الحمل الواقع على السيارة، يقوم النظام بتعديل الارتفاع بشكل اتوماتيكي حيث يتم الحصول على توازن بين الحمل الأمامي والخلفي، في بعض الأنظمة يقوم نظام التعليق برفع السيارة أو خفضها لتسهيل عملية ركوب السيارة ولزيادة ارتفاع السيارة عن الأرض وتسهيل حركتها وتوفير الوقود.

نظام التعليق للتحكم براحة الركوب (Ride Control SUSPENSION)



Item	Description
1.	Height Sensors
2.	Electronic Actuators
3.	Ride Control Module

1. مجس الارتفاع

2. المنفذ الكهربائي

3. الكمبيوتر

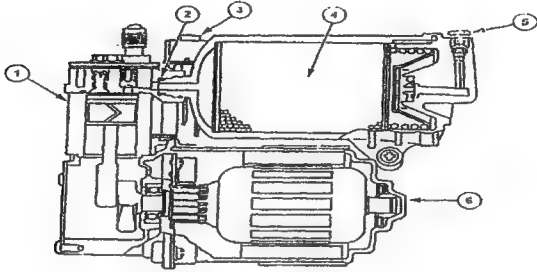
عبارة عن أنظمة تعليق عادية مع وجود أنظمة خاصة للصدمات قابلة للمعايرة والتعديل حسب الصدمة، حيث تتغير قوة امتصاص الصدمة بواسطة سولونويد الكتروني موجود داخل ماص الصدمة.

يتم التحكم في وإقيات الصدمة بواسطة كمبيوتر مستقل يقوم الكمبيوتر باستخدام إشارات مختلفة يقرر على أساسها زيادة شدة وصلابة ماص الصدمة أو تقليل الصلابة وزيادة النعومة حسب ظروف ومعطيات معينة مثل السرعة ونعومة الطريق وارتفاع السيارة.

يتم زيادة صلابة ماصات الصدمة في الفرملة المفاجئة وزيادة السرعة، والسرعات العالية، وأثناء المسير على طريق رطبة.

اجزاء نظام التعليق الإلكتروني

Electronic Suspension System: Component & Function



الشكل (9-22)

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. كمبريصة الهواء | 4. المجفف |
| 2. حافظة مطاطية | 5. غطاء القفل |
| 3. سولونويد الكمبريصة | 6. سولونويد الكمبريصة |

مجموعة كمبريصة الهواء (Air Compressor Assembly):

تتكون من الكمبريصة، وسولونويد التنفيس، وصمام حماية داخلي، ومجفف للهواء، كما هو بالشكل (9-22). الكمبريصة عبارة عن اسطوانة واحدة يتم تشغيلها بواسطة موتور، تقوم بتزويد نظام التعليق الهوائي بالهواء المناسب. يتم تشغيل الكمبريصة بواسطة مبدل كهربائي ويتم التحكم في المبدل بواسطة كمبيوتر خاص بالنظام.

يقوم صمام التأمين بإخراج الهواء الزائد إذا ارتفع ضغط الهواء عن درجة معينة، يركب المجفف على محرك الهواء، حيث يتم ضغط الهواء خلال المجفف لإزالة الرطوبة منه، ويحتوي المجفف على مادة من معجون السيليكا تمتص الرطوبة من الهواء، يمكن استبدال المجفف بشكل مستقل عن الكمبريصة ولا يخضع لنظام الصيانة الدورية.

كما يوجد دائرة موتور الكمبريصة قاطع كهربائي حراري يقوم بفصل التيار في حال زيادة حرارة موتور الكمبريصة، ويعود القاطع إلى وصل الدائرة أوماتيكياً عندما تنخفض حرارة الموتور.

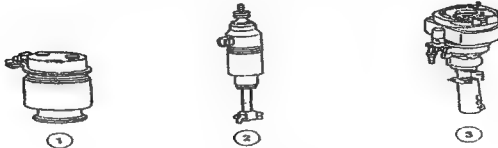
صمام سولونويد التنفيس Solenoid Vent Valve:

يقع هذا الصمام على رأس الكمبريصة ويقع ضمن الموتور، حيث يتم تشغيله بواسطة الكمبيوتر ليقوم بتنفيس الهواء من الكمبريصة بناءً على أوامر الكمبيوتر يقوم الصمام بالتعاون مع صمامات الهواء الأخرى بضمان مخرج الهواء من طبلات الهواء إلى الكمبريصة ثم الهواء الخارجي.

إذا حصل عطل في هذا الصمام يجب استبدال الكمبريصة كاملة.

الزنبرك الهوائي (طبلة الهواء)، ماص الصدمات وقاعدة الزنبرك:

Air Spring Shocks And Struts



شكل (9-23)

1. زنبرك (طبلة) هواء
2. ماص صدمة هوائي
3. زنبرك وقاعدة هوائية

الزنبرك أو الطبلة الهوائية عبارة عن بالون هوائي كما هو موضح بالشكل (9-23) يقوم بالانفتاح عند تعبئة بالهواء، حيث يقوم بدفع جزء من السيارة عند ضغط الهواء داخله وينخفض عند تنفيس الهواء منه.

يقوم الكمبيوتر بتنظيم ضخ الهواء إلى الطبلة أو تنفيس الهواء منها حسب القرار بزيادة ارتفاع السيارة أو خفضها. أما ماص الصدمة والقاعدة فلها نفس المبدأ من حيث زيادة الارتفاع عند ضخ الهواء إليها وخفض الارتفاع عند تنفيس الهواء منها، وكذلك تزداد صلابتها إذا زاد الهواء فيها أو تقل الصلابة وتصبح ناعمة إذا تم خفض ضغط الهواء فيها.

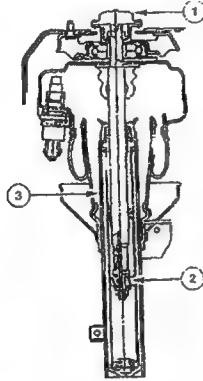
خطوط الهواء Air Lines:

تتكون خطوط الهواء من مادة النايلون وتقوم بتوزيع الهواء من الكمبيوتر إلى مختلف أجزاء النظام مثل طبلات الهواء وماصات الصدمة الهوائية. يتم

تركيب هذه الأنابيب بواسطة وصلات وصل سريع يعتمد عدد الأنابيب على تصميم ودرجة تمقيد نظام التعليق الهوائي المتبع في السيارة.

ماص الصدمات القابل للتعديل:

Adjustable Damping Shocks & Struts:



شكل (9-24)

1. مجموعة الصمام الدوراني الكهربائي
2. صمام الصدمة
3. مجموعة قاعدة ماص الصدمة

يعمل ماص الصدمة المبين بالشكل (9-24) والقاعدة متغيرة الارتفاع بنفس الطريقة، يوجد اختلاف فقط في أن ماص الصدمة يحل محل أجهزة امتصاص الصدمة العادية وتقوم القاعدة الهوائية متغيرة الارتفاع مكان القاعدة الثابتة.

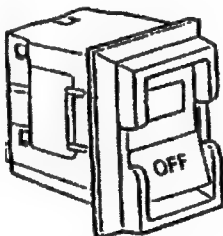
يوجد داخل ماص الصدمة والقاعدة صمام ميكانيكي يقوم بالتحويل من حالة الصلابة إلى الليونة، ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في هذا الصمام كهربائياً. عند الحاجة إلى أجهزة امتصاص للصدمة صلبة يتم زيادة كمية الهواء وعند الحاجة إلى إعطاء درجة ليونة لمصاصات الصدمة يتم تنفيس الهواء.

مدخلات نظام التعليق الهوائي (Inputs Components):

1. مفتاح الصيانة (التشغيل) Service Switch:

يعمل هذا المفتاح كجهاز إدخال للكمبيوتر كما هو موضح بالشكل كما هو مبين بالشكل (9-25)، حيث يقوم الكمبيوتر بتعطيل النظام في حال كان هذا المفتاح وضع (OFF)، وفي بعض السيارات يقوم هذا المفتاح بقطع الكهرباء عن الكمبيوتر، في كلا الحالتين يقوم النظام بإشعال ضوء نظام التعليق على لوحة الساعات (التابلو).

يجب إقفال هذا المفتاح ووضعه على وضع (OFF) عند القيام بصيانة السيارة أو رفع المجلات عن الأرض خوفاً من تحطم أجزاء النظام.



شكل (9-25)

Air Suspension Switch

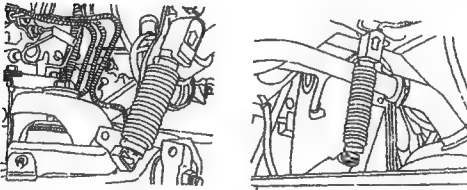
مفتاح التعليق الهوائي

2. إشارة الاشغال والتشغيل Ignition Signal.

عند وضع مفتاح التشغيل على وضع (RUN) يتم تشغيل نظام التعليق الهوائي، حيث يقوم الكمبيوتر بإجراء التعديلات المناسبة في الارتفاع حسب مدخلات مجسات الارتفاع.

يستمر النظام بالعمل حتى بعد إطفاء مفتاح التشغيل (OFF) بمدة تتراوح بين (30 – 60) دقيقة، وذلك ليتمكن بتعديل الارتفاع أثناء التحميل والتنزيل ليصل إلى تسوية مناسبة للارتفاع.

3. مجس الارتفاع (Height Sensor).



شكل (9-26)

يختلف عدد مجسات الارتفاع في السيارة باختلاف أنظمة التعليق الهوائي، كما هو مبين بالشكل (9-26) يكون مجس الارتفاع موصول على شاصي السيارة من طرف ومتصل بنظام التعليق من الطرف الآخر مثل الكفة العلوية أو العمود الجانبي.

إشارة مجسات الارتفاع إما خطية أو رقمية وقد تكون مستقيمة أو دورانية، يتم تزويد المجس بالكهرباء أو وصله بالأرضي بواسطة الكمبيوتر.

تستخدم مجسات الارتفاع في بعض الأنظمة لتقوم بإعطاء معلومات عن ارتفاع السيارة، وفي أنظمة ماص الصدمات فتدل حركتها على ليونة أو صلابة نظام التعليق.

4. مجس الارتفاع ذو الإشارة الخطية (Analog Height Sensor):

يقوم هذا المجس بإعطاء إشارة جهد خطية متغيرة حسب الارتفاع، حيث يقوم الكمبيوتر بمقارنة الجهد الداخل إليه من مجس الارتفاع ومقارنته بجهد ممرح داخله عن جهد مرجعي وهو الذي يدل على الارتفاع الطبيعي، وبناءً على هذه المقارنة يستطيع الكمبيوتر التعرف على ارتفاع ذلك الجزء المتصل به المجس ليتخذ إجراء زيادة الارتفاع أو تخفيضه.

تتكون وصلة المجس من ثلاثة خطوط وهو عبارة عن جهاز مقاومة متغيرة على شكل بوتنشيوميتر لها ثلاثة خطوط، خط كهرياء، وخط أرضي، وخط إشارة جهد. إذا حصل عطل في المجس يجب استبداله بشكل كامل وغير قابل للإصلاح.

5. مجس الارتفاع الرقمي (Digital Height Sensor):

تقوم المجسات الرقمية بإصدار إشارتين رقميتين في نفس الوقت من نوع (ON)، (OFF) حيث تكون السيارة أقل أو أعلى من الارتفاع المرجعي ويعتمد على نوع الإشارة هل هي (ON)، (OFF) إذا كانت الإشارتين (OFF) فمعنى ذلك أن ارتفاع السيارة خارج المدى الطبيعي، فعند معايرة المجس يتم معايرة ارتفاع السيارة.

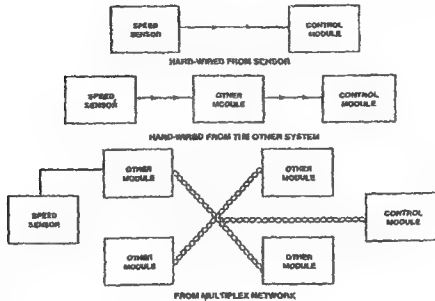
يتكون الجهاز من أربعة وصلات:

1. وصلة كهرياء.
2. وصلة أرضي.
3. وصلة الإشارة الأولى.
4. وصلة الإشارة الثانية.

6. إشارة باب السيارة (Door Signal).

يقوم الكمبيوتر باستخدام إشارة الباب هل هو مفتوح ام مغلق، لمنع تنفيس الهواء من النظام ليحافظ على ارتفاع ثابت أثناء فتح الباب خوفاً من اصطدام الباب بالرصيف، ويعود النظام إلى وضعة الطبيعي بعد إغلاق الباب.

7. إشارة سرعة السيارة (Vehicle Speed Signal).



Vehicle Speed Signal

يقوم الكمبيوتر باستلام إشارة سرعة السيارة إما مباشرة من مجس سرعة السيارة أو من خلال وحدات كمبيوتر أخرى بواسطة نظام الشبكة المتكاملة ويستخدم الكمبيوتر إشارة السرعة لتحديد عدد من الاستراتيجيات الخاصة بعمل النظام.

- مجس سرعة السيارة (Vchicle Speed Signal):

عبارة عن مجس يتم تشغيله بواسطة مسنن يركب على العمود الخارج من ناقل الحركة أو وعاء الدفع الرباعي ، تكون إشارة مجس السرعة على شكل إشارة جهد متغيرة تزداد قيمة هذه الإشارة وترددها حسب السرعة ويتم تحديد سرعة السيارة من هذه الإشارة.

- إشارة سرعة السيارة من وحدات كمبيوتر أخرى:

• (VSS From Other Modules):

يمكن أن تكون إشارة السرعة واردة مباشرة أو من خلال كمبيوتر آخر وتكون على شكل إشارة جهد مباشرة متغيرة التردد .

- إشارة السرعة السيارة من شبكة متكاملة:

• (VSS From Multiples Networks):

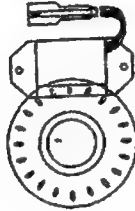
يمكن أن يتم تزويد كمبيوتر نظام التعليق بإشارة السرعة بواسطة شبكة المعلومات المتكاملة في السيارة .

8. مجس سرعة دوران مقود السيارة:

(Steering Wheel Rotation Sensor):

تقوم إشارة سرعة دوران عجلة قيادة السيارة بإعطاء معلومات لكمبيوتر النظام عن تغيير اتجاه السيارة ويقع هذا المجس على عمود عجلة القيادة. حيث تحتوي على قرص يدور مع دوران عمود المقود. كما هو مبين بالشكل (9 - 30).

يوجد عدد من الثقوب على هذا القرص مقابل زوج من الخلايا الضوئية ويقوم بإرسال إشارة رقمية كلما مر الضوء من خلال الثقب إلى الكمبيوتر، من عدد الإشارات يقوم الكمبيوتر بتحديد معدل دوران المقود ويقوم بمقارنتها مع سرعة السيارة المسجلة من أجل تحديد التسارع الجانبي للسيارة.



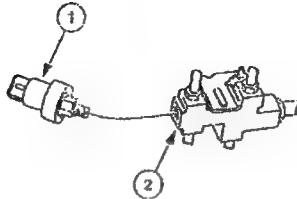
الشكل (9-30)

9. إشارة التسارع (Acceleration Signal):

يقوم كمبيوتر المحرك بتزويد كمبيوتر النظام بإشارة التسارع ليقوم النظام بزيادة صلابة أجهزة امتصاص الصدمة ليقوم بالتخفيف من رفع مقدمة السيارة. يكون مصدر هذه الإشارة من مجس دعة التوقود (TPS) أو مجس تدفق الهواء (MAP).

10. إشارة الفرملة (Brake Signal).

مجس الفرامل (Brake Sensor):



الشكل (9-31)

1. مجس الفرامل
2. مجموعة صمام التحكم في الفرامل

يكون مجس الفرامل في نظام التعليق مفتوح دائماً، يقوم بالأغلاق حسب ضغط سائل الفرامل ليرسل معلومة الى الكمبيوتر عن اجراء عملية الفرملة.

يكون هذا المجس مثبت على صمام التحكم في الفرامل كما هو موضح بالشكل (9-31)، عند وصول إشارة ضغط مرتفع يقوم الكمبيوتر بالتعرف على أن السائق قام بفرملة السيارة عندما يصدر الكمبيوتر أوامره بزيادة صلابة التعليق ومصاص الصدمة لمنع غطس (انخفاض) مقدمة السيارة أو ارتفاع مؤخرتها بسبب الفرملة.

11. مجس موقع دواسة الفرامل (BPP):

Brake Pedal Position Sensor

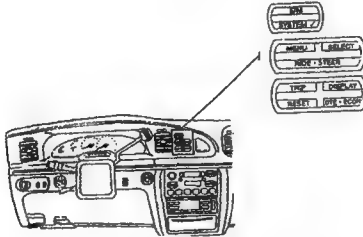
يشار الى هذا المجس بمجس فتح وإغلاق اي فرامل مشغلة أو غير مشغلة لتدل أن السائق يدوس على دعسة الفرامل أم لا، تكون الدائرة مفتوحة وعند الدوس

على الدواسة يتم اغلاق الدائرة وإرسال إشارة جهد من (12) فولت الى الكمبيوتر. حسب الإشارة يتخذ الكمبيوتر عدة استراتيجيات وفي بعض الأحيان يقوم بتعطيل نظام التعليق عند الدوس على الفرامل.

12. مدخلات ناقل الحركة (Transmission Input):

في بعض الأنظمة يتم أخذ معلومة عن وضع ناقل الحركة كما هو موضح بالشكل (9 - 32)، حيث تستخدم هذه المعلومات لتعديل وضبط نظام التعليق حسب ظروف عمل السيارة وسرعتها وتسارعها ونوع الجير المستعمل. يأخذ الكمبيوتر معلومات عن مجس موقع الجير.

13. مدخلات السائق (Driver Inputs):



Typical Ride Control Personality Select Switch

شكل (9 - 32)

- مفتاح التحكم في مفتاح الاختيار الشخصي:

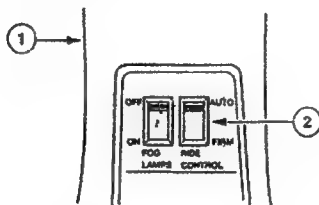
(Ride Control Personality Switch)

يقوم مفتاح التحكم الشخصي في نظام التعليق من تمكين السائق أن يختار من بين العديد من الخيارات نوع الاستراتيجية التي يقررها، حيث يمكن أن نختار نوع

صلابة النظام مثل أن يكون لين أو صلب أو غير ذلك، حيث حسب هذا الاختيار يقوم الكمبيوتر بتعديل النظام حسب متطلبات السائق.

مفتاح التعليق الصلب والثابت (Firm Ride Switch):

يقوم هذا المفتاح بتمكين السائق من اختيار وضعية التعليق الصلب أو الثابت.



Transfer Case Mode Switch

- وضعية وعاء الرفع الرباعي (Transfer Case):



Transfer Case Mode Switch

في بعض أنظمة الدفع الرباعي ذات التعليق الهوائي يتم استخدام وضعية النظام هل هو على الوضع الثنائي أم الرباعي ليقوم بتحويل التعليق إلى وضعية تعليق صلب عند القيادة بنظام الدفع الرباعي.

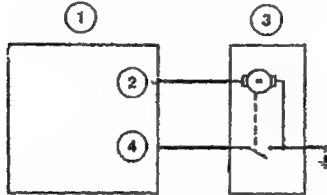
كذلك فإن بعض الأنظمة تقوم بزيادة ارتفاع السيارة في حالة القيادة على الطريق الوعرة أو استخدام نظام الدفع الرباعي.

- مفتاح نمط الطريق الوعرة (OFF-Road Switch) :

يُمكن هذا المفتاح السائق من اختيار نمط السوافة في الطرق الوعرة بنظام الدفع الرباعي، حيث يقوم الكمبيوتر بزيادة ارتفاع السيارة وتحويل النظام إلى نمط التعليق الصلب، وذلك عند اختيار نمط الطريق الوعرة.

التغذية الراجعة من موقع ماص الصدمة :

:(Shock Absorber Actuator Position Feedback)



1.	وحدة الكمبيوتر
2.	دائرة التحكم بالمنفذ
3.	مجموعة المنفذ
4.	دائرة التغذية الراجعة

عبارة عن مفتاح على شكل موتور يقوم بالدوران حسب درجة صلابة نظام التعليق، حيث يحدد موقع ماص الصدمة ليعرف الكمبيوتر على درجة صلابة النظام ، ويتم مراقبة هذه الاشارة مع إشارة الكمبيوتر، حيث يتم مقارنتها بالاشارة

التي يصدرها الكمبيوتر، ويتوقف النظام عن التعديل عندما تتطابق الاشارتان، اي عندما يصل الجهاز الى الدرجة المطلوبة.

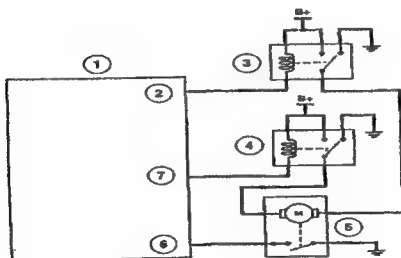
مخرجات النظام ومكوناته (Output & Components):

مبدل التعليق الصلب واللين (Hard AND SOFT Ride Relay):

يقوم المبدل وبناءً على أوامر الكمبيوتر بإيصال إشارة كهربائية إلى نظام التعليق، حيث يتم تحويل الجهاز من صلب الى لين أو بالعكس ويتم عكس النظام عن طريق عكس القطبية. عند عكس القطبية يتم التحول من صلب الى لين.

سولونويدات امتصاص الصدمة (Shock Absorber Actuators):

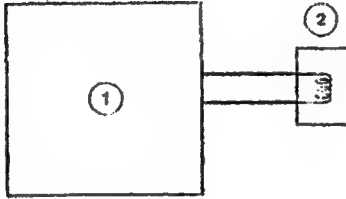
1. السولونويد ذو اربعة خطوط:



1.	وحدة الكمبيوتر	5.	السولونويد
2.	التحكم في المبدل اللين	6.	دائرة التقنية الراجعة
3.	المبدل اللين	7.	التحكم في المبدل الصلب
4.	كمبريصة الهواء	8.	

السولنويد ذو الأربعة خطوط عبارة عن موتور قياس مباشر يركب على ماص الصدمة ويقوم بتدوير عمود صمام الصدمة، يقوم الكمبيوتر بالتحكم فيه عن طريق مبدلين يمكن تبديل هذا السولنويد بشكل منفصل عن ماص الصدمة يحتوي على مجس موقع متصل به.

2. السولنويد ذو الخطتين :

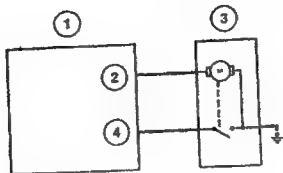


Shock Absorber Actuators

Item	Description
1	Control Module
2	Actuator Solenoid

عبارة عن سولنويد ON/OFF. عندما يكون السولنويد في وضع (OFF) يكون ماص الصدمة صلبه وعندما يكون في وضع (ON) يكون ليناً، يكون هذا السولنويد جزءاً من ماص الصدمة ولا يستبدل بشكل منفرد.

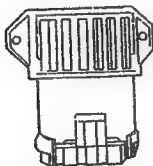
3. السولونويد ذو ثلاثة خطوط:



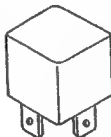
عبارة من موتور تيار مباشر، يقع في أعلى ماص الصدمة ويدور باتجاه واحد فقط.

يقوم الموتور بتدوير عمود يستون في الجهاز ليغير فعالية امتصاص الصدمة خلال مجموعة مسننات تخفيض. وهذا السولونويد جزء من ماص الصدمة ولا يستبدل منفردا ويحتوي على مجس موقع كجزء منه.

مبدل كمبريسة الهواء (Air COMPRESSOR Relay):



1



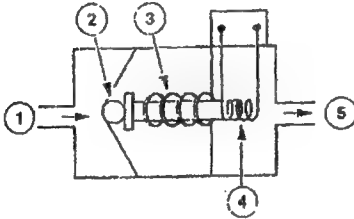
2

Item	Description
1	Solid State Relay
2	Mechanical Relay

1.	مبدل إلكتروني
2.	مبدل ميكانيكي

يقوم مبدل الكمبريصة بالتحكم في كهرياء موتور الكمبريصة، ويتم استخدام المبدل لأنه لا يمكن تزويد الموتور بالكهرياء بشكل مباشر من وحدة الكمبيوتر يقوم المبدل بإيصال تيار ذو أمبير عالي للكمبريصة ويقوم الكمبيوتر بإرسال تيار منخفض للمبدل ليتحكم بتيار مرتفع.

السولنويد الهوائي (Air Solenoid).

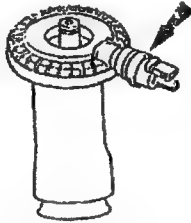


Air Solenoid

1.	المدخل
2.	صمام مكروي
3.	زئيرك
4.	ملف
5.	مخرج

يتحكم سولنويد الهواء بتدفق الهواء من الكمبريصة الى طابة الهواء يكون الصمام مغلق بالعادة ويفتح حسب الاشارة القادمة من الكمبيوتر حيث يسمح بدخول الهواء أو خروج الهواء من الطابة.

سولونويد طابة الهواء (Air Spring Solenoid):



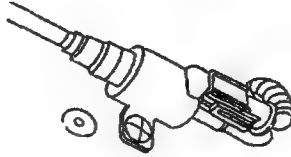
Air Spring Solenoid

يركب هذا السولونويد على طابة الهواء ويقوم بوصل مواسير الهواء مع الطابة، حيث يقوم بإدخال الهواء إلى الطابة أو إخراجها منها، ويتم التحكم بواسطة كمبيوتر النظام.

سولونويد البوابة (Gate Solenoid):

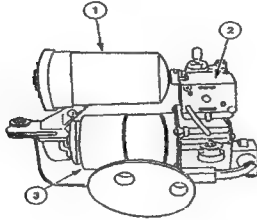
يقوم هذا السولونويد بعملية عزل الطابة اليسرى أو اليمنى في السيارة لمنع انتقال الهواء من طابة إلى أخرى خلال الدوران السريع، عندما يكون السولونويد مغلق (OFF) في الطابتان تكونان مغلقتان ويسمح بحصول اختلاف في الضغط. أثناء القيادة الناعمة والطبيعة تكون الطابتان مفتوحتان على بعض وينفس الضغط. عندما يسمح بمرور الهواء من طريق إلى آخر تصبح القيادة ناعمة وسهلة أثناء دوران السيارة يفلق الصمام ويتم حبس الهواء في الطابات ليحافظ على توازن السيارة.

سولنويد التعبئة (Fill Soleaid):



تقع هذه السولنويدات على طابات الرفع أو ماصات الصدمة ويكون هدفها تعبئة الطابات أو تفريغها، حيث يقوم الكمبيوتر بتشغيلها ليتم إدخال الهواء أو إخراجها من الطابة أو ماص الصدمة.

صمام التنفيس (Vent Solenoid):



1.	المجفف
2.	صمام التنفيس
3.	كمبريصة الهواء

يقوم هذا السولنويد بالسماح بإخراج الهواء أو تنفيسه من النظام حسب أوامر الكمبيوتر، ويركب على رأس كمبريصة الهواء، حيث يفتح هذا الصمام

تستخدم وصلة تشخيص الأعطال من أجل فحص النظام، حيث يتم وصل جهاز الفحص بواسطة لتتمكن من استرجاع رموز الأعطال ومراقبة الأجهزة أو توجيه الأوامر الفعالة.

هناك نوعان من الوصلات:

أ. الوصلة العالمية نوع (OBDII).

ب. الوصلة الخاصة نوع (OBDI).

وحدة الكمبيوتر (Modules):



Suspension Control Module

وحدة الكمبيوتر عبارة عن وحدة معالجة خاصة تقوم بالتحكم في مضخة الهواء بواسطة مبدل الكمبيوتر ويقوم بفحص جميع أجزاء النظام وإصدار رموز أعطال.

هذا الكمبيوتر يمكن أن يكون مستقلاً أو ضمن كمبيوتر آخر وذلك حسب نوع السيارة، ولكن استراتيجية البرمجة تبقى كما هي بغض النظر عن طبيعة الكمبيوتر. ويتم الدخول إلى الكمبيوتر بواسطة وصلة الفحص والتشخيص.

استراتيجيات كمبيوتر نظام التعليق الهوائي:

الاستراتيجية الطبيعية:

هي استراتيجية التحكم في ارتفاع السيارة عن الأرض ، إن المدخلات الأساسية لهذه الاستراتيجية هي مجسات الارتفاع وقد يستخدم الكمبيوتر بعض المعلومات الأخرى حسب الظروف الخاصة.

استراتيجية التعطل:

عندما يتم اكتشاف عطل في النظام فإن الكمبيوتر يتحول إلى نمط الأعطال ويضيء لامية التحذير ويقوم بإيقاف معايرة جميع الارتفاعات على الوضع التي كانت عليه لدورة واحدة.

استراتيجيات كمبيوتر التحكم في نعومة الركوب :

:(Ride Control Modules Strategies)

الاستراتيجية الطبيعية:

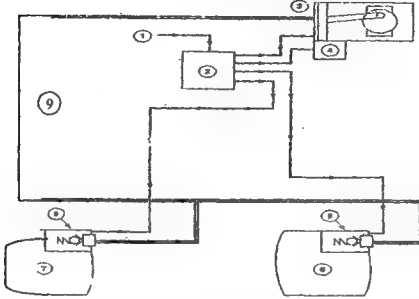
يقوم الكمبيوتر باستخدام استراتيجية خاصة للتحكم في درجة صلابة ونعومة ماص الصدمة حسب ظروف العمل.

استراتيجية التعطل:

عندما يقوم كمبيوتر الركوب باكتشاف عطل في النظام، يقوم بتعطيل جميع سولونويدات النظام ويضيء لامية الفحص لدورة واحدة.

طريقة عمل النظام:

نظام التعليق الخلفي. (Rear Land Leveling Suspension):



1.	المدخلات	6.	طاية الهواء الخلفية اليمنى
2.	كمبيوتر التحكم	7.	طاية الهواء الخلفية اليسرى
3.	مجموعة الكمبريصة	8.	سولنويد الهواء الأيسر
4.	سولنويد التنفيس	9.	خطوة الهواء
5.	السولنويد الخلفي الأيمن		

عند فتح مفتاح التشغيل يتم تنشيط كمبيوتر نظام التعليق الخلفي وعندما يكون مفتاح الصيانة (ON)، ويبقى النظام فعال لمدة ساعة بعد اقفال مفتاح التشغيل ليتمكن من اجراء بعض التعديلات بعد إزالة الاحمال عن السيارة

يبدأ النظام بالعمل عن طريق زيادة او انقاص الهواء من طابات الهواء من اجل الوصول الى الارتفاع المطلوب. يتم توزيع الهواء الى الطابات الخلفية بواسطة اذابيب خاصة مصنوعة من النايلون.

عند الحاجة الى زيادة ارتفاع السيارة:

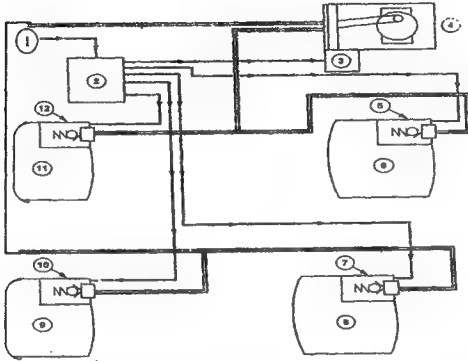
1. يرسل الكمبيوتر إشارة مبدل الكمبريصة للعمل.
2. يرسل الكمبيوتر إشارة صمام طبلة الهواء ليفتح مجرى الهواء الى الطبلة.
3. يبدأ الهواء بالدخول الى الطبلة وتأخذ بالارتفاع حتى تصل الى الارتفاع المطلوب ويبدل مجس الارتفاع على الوصول الى الارتفاع المطلوب،
4. يصدر الكمبيوتر أوامره باطفاء الكمبريصة واغلاق صمام الطبلة.
5. يتم حبس الهواء داخل الطبلة وبذلك تصل السيارة الى الارتفاع المطلوب.

عند الحاجة الى خفض ارتفاع السيارة:

1. يعطي الكمبيوتر أوامره بفتح صمام التنفيس.
 2. يعطي الكمبيوتر أوامره بفتح صمام الطبلة ليسمح للهواء بالخروج.
 3. تبدأ السيارة بالانخفاض حتى تصل الى الارتفاع المطلوب والذي يشير اليه مجس الارتفاع.
 4. يقوم الكمبيوتر بإغلاق صمام التنفيس وصمام الطبلة على هذا الارتفاع.
 5. يحبس الهواء داخل وبذلك تحافظ السيارة على ارتفاعها الجديد.
- في هذا النظام يتم تعبئة وتنفيس الطبقات الخلفية مجتمعة مع بعضها .
يسمى هذا النظام بنظام تعديل وتسوية الحمل أي تعديل الارتفاع حسب الحمل.

نظام التعديل لأربعة جوانب:

:(Corner Load Leveling SYS)



1. المدخلات	8. طيلة الهواء الخلفي اليميني
2. كمبيوتر التحكم	9. طيلة الهواء الخلفي اليسرى
3. سولونويد التنقيص	10. السولونويد الخلفي الأيسر
4. الكمبريصة	11. طيلة الهواء الأمامي اليسرى
5. سولونويد الهواء الخلفي الأيمن	12. سولونويد الهواء الأمامي اليسرى
6. طيلة الهواء الأمامي اليميني	13. خطوط الهواء
7. سولونويد الهواء الخلفي الأيمن	

أن نظام التعليق على الأربعة جوانب ، يتكون من أجزاء أمامية وخلفية خاصة ومميزة، منها طابقات الهواء للأربع عجلات ومصاصات الصدمة الهوائية وكمبريصة الهواء والسولونويدات ومجسات الارتفاع والكمبيوتر المستقل.

وكذلك يوجد مصادر اشارة تدل على حالة السيارة وحالة الطريق.

يقوم الكمبيوتر بإرسال اشارة لتعديل ارتفاع السيارة حسب الحمل الموجود على كل طرف.

حيث يقوم النظام وبشكل اتوماتيكي بمعايرة الارتفاع بشكل مستمر ومتواصل ليوافق طبيعة الحمل والارض.

يقوم النظام بخطوات رفع السيارة بنفس الطريقة في نظام التعليق الخلفي.

لا يقوم النظام بتنقيس التعليق الامامي والخلفي دفعة واحدة وفي النفس الوقت بسبب اختلاف الضغط على المحورين.

بعض الأنظمة تقوم بتعديل الارتفاع حسب نوع السيارة وحسب الاضافات الموجودة فيها مثل الجير ونظام الدفع الرباعي.

نظام التحكم في الركوب/مدخلات الطريق:

(Ride Control System):

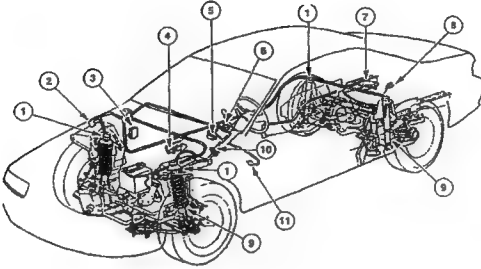
هناك نوعان من نظام التحكم في نعومة الركوب والقيادة:

1. مدخلات السائق.

2. مدخلات الطريق.

التحكم في الركوب حسب مدخلات السائق:

:(Driver Input)



1.	السولنويد	7.	كمبيوتر التحكم
2.	وصلة الفحص	8.	مبدلات التحكم
3.	إشارة التسارع	9.	مصاصات الصدمة القابلة للتعديل
4.	مجس الفرامل	10.	مجس الاستيرنج
5.	مفتاح اختيار النمط	11.	مجس السرعة
6.	ضوء تثبيت الركوب		

يقوم نظام مدخلات السائق بتزويد السائق باختيار بين استخدام نظام التعليق الصلب أو النظام الأتوماتيكي.

حيث يتم الاختيار بواسطة مفتاح في غرفة السائق.

عند وضع المفتاح على وضع الموقع الصلب يصبح النظام قاسي وصلب ، وفي حالة وضع المفتاح على وضع لين يقوم الكمبيوتر بتعديل النظام حسب الظروف لتصبح القيادة والركوب مريح.

يتم زيادة الصلابة عند الفرملة الشديدة أو التسارع الكبير أو تغير اتجاه الدوران لتأمين سيطرة أفضل على السيارة.

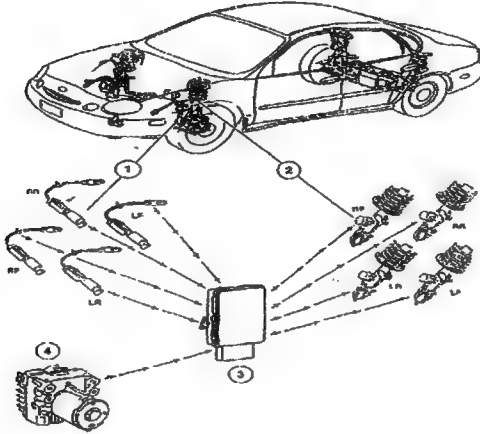
أثناء وضع المفتاح على الوضع الأتوماتيكي، يقوم الكمبيوتر بمراقبة ضغط الفرامل، موقع الدعسة، الحمل على المحرك، سرعة دوران وزاوية المقود. وسرعة السيارة وذلك من أجل تحديد درجة الصلابة أو الليونة في نظام التعليق.

إذا اكتشف الكمبيوتر أن ضغط الفرامل مرتفع أو أن السائق يدعس على نسبة تزيد عن 90% أو وجود تسارع شديد أو سرعة السيارة عن 44 كم/الساعة فإن الكمبيوتر ينقل النظام من حالة الليونة إلى الصلابة.

يعود النظام إلى وضعه الطبيعي بعد ثواني من زوال السبب أو انخفاض السرعة إلى أقل من 133 كم/ساعة.

في حال حصول عطل في النظام تضاعف لامية الفحص ويثبت النظام على آخر وضع كان عليه.

نظام التحكم في الركوب/مدخلات الطريق:



1. مجس الارتفاع	3. الكمبيوتر (SARC)
2. السولونويد	4. كمبيوتر (ABS)

يقوم النظام باستخدام مدخلات من الشارع والطريق ليقوم بتعديل أجهزة ماص الصدمات على كل جانب من جوانب السيارة حسب ظروف العمل تقوم مجسات الارتفاع بتزويد مدخلات الى الكمبيوتر والتي تقوم في السولونويدات، ومجس ارتفاع بأعطاء إشارة ويقوم الكمبيوتر بالتحكم في كل سولونويد بشكل مستقل ويستعمل إشارة السرعة من نظام الفرامل مانعة الإقفال.

عندما يكون مفتاح التشغيل على وضع فتح فان الكمبيوتر يقوم بمراقبة إشارة مجسات الارتفاع وسرعة السيارة، ويقوم بتزويد جهد البطارية عن طريق المبدلات الى السولونويدات مما يؤدي الى فتح خطوط الهواء ويصبح التعليق لينا.

عندما يشير احد المجسات الى صعوبة ووعورة في الطريق يتم إقفال سولونويد تلك الجهة لتصبح صلبة.

يتحكم الكمبيوتر في جميع السولونويدات بشكل مستقل وحسب ظروف العمل والطريق.

أسئلة الوحدة التاسعة

السؤال الأول: كيف يمكن التمييز بين نظام التعليق المستقل وغير المستقل.

السؤال الثاني: ما فائدة الاجزاء التالية في نظام التعليق:

(أ) عمود التوازن.

(ب) عمود اللي.

(ج) رادع الارتجاج.

السؤال الثالث: اشرح مبدأ عمل نظام التعليق بالهواء.

السؤال الرابع: اشرح مبدأ عمل رادع الارتجاج أحادي التأثير

السؤال الخامس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

(1) الهدف من المرباط الضاغطة في نظام التعليق الورقي هو:

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| (أ) منع الانزلاق الطولي | (ب) منع الانزلاق العرضي |
| (ج) منع الانزلاق الجانبي | (د) زيادة كفاءة النظام |

(2) تتعرض مركبة أثناء السير على الطريق الى اهتزازات على المحور:

- | | |
|-------------|-----------------|
| (أ) الطولي | (ب) العرضي |
| (ج) العمودي | (د) جميع ما ذكر |

(3) المادة التي تضاف الى معدات الزميركات في نظام التعليق هي:

- | | |
|--------------|-----------------|
| (أ) الصوديوم | (ب) المغنيسيوم |
| (ج) السليكا | (د) جميع ما ذكر |

(4) يتكون نظام تعليق ماكفرسون من:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| (أ) زمبرك حلزوني وراذع ارتجاج | (ب) راذع ارتجاج وزمبرك ورقبي |
| (ج) زمير ورقبي وعمود لي | (د) زمبرك حلزوني وراذع ارتجاج |
| والبنيون راذع ارتجاج | |

(5) يعمل راذع الارتجاج في نظام التعليق على:

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| (أ) امتصاص الصدمة بسرعة | (ب) امتصاص الصدمة ببطء |
| والعودة بسرعة | والعودة ببطء |
| (ج) امتصاص الصدمة ببطء | (د) امتصاص الصدمة بسرعة |
| والعودة بسرعة | والعودة ببطء |

الوحدة العاشرة

تركيب نظام القيادة

الوحدة العاشرة

تركيب نظام القيادة

يتكون نظام القيادة من الأجزاء الآتية:

1. مجلة القيادة: التي بواسطتها يستطيع السائق السيطرة على اتجاه حركة المركبة.
2. صندوق تروس نظام التوجيه: الذي يحول الحركة الدورانية الى حركة ترددية تنقل الى وصلات نقل الحركة.
3. وصلات التوجيه: وهي التي تنقل الحركة الترددية الى المعجلات الأمامية وتتكون من:

- أ. اعمدة الربط.
 - ب. الوصلات الكروية.
 - ج. ذراع نقل الحركة من صندوق التروس الى اعمدة الربط (ذراع بتمان).
 - د. محاور الارتكاز والدوران.
4. عمود نقل الحركة: ينقل الحركة الدورانية من وعجلة القيادة الى صندوق التروس.
 5. المعجلات الأمامية.

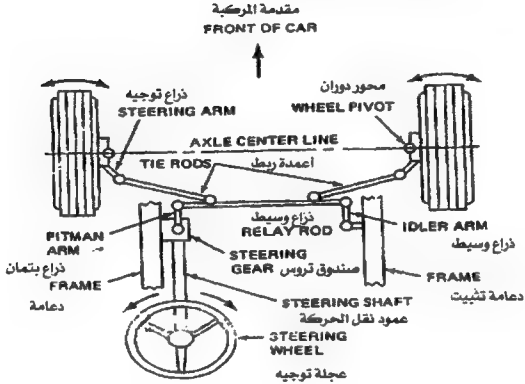
وظيفة جهاز التوجيه (نظام القيادة):

يعمل نظام على تحويل الحركة الدورانية في عجلة القيادة الى حركة جانبية (زاوية) في عجلات المركبة الامامية لتوجيهها في اثناء المسير على الطريق.

أنواع مجموعة التوجيه (القيادة):

يوجد نوعان من مجموعة القيادة:

1. مجموعة القيادة الميكانيكي.
2. مجموعة القيادة الهيدروليكي.

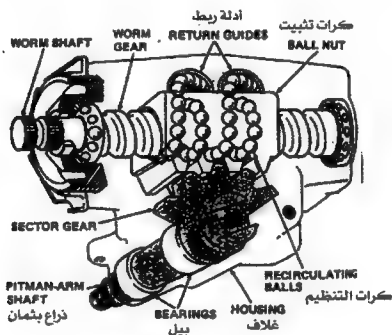


1. مجموعة القيادة الميكانيكية:

تصنف مجموعات تروس نظام القيادة وفقاً لطريقة نقل الحركة من الترس الحلزوني المثبت على عمود التوجيه داخل صندوق التروس الى الترس الناقل للحركة ثم الى ذراع بتمان وهي:

أ. مجموعة التروس ذات الكرة الدوارة؛

هذه المجموعة من أكثر الأنواع استعمالاً في المركبات وتتكون كما في الشكل (10 - 1) من جزء حلزوني التشكيل من أسطوانة مستقيمة عليها أسنان حلزونية على طول الجزء الأسطواني الكائن داخل غلاف التروس ويثبت على المسنن الحلزوني صامولة ذات أخاديد داخلية لتتحرك على المحور الحلزوني بواسطة المحامل الكروية وتنقل الحركة من المحور الحلزوني إلى القطاع المسنن.

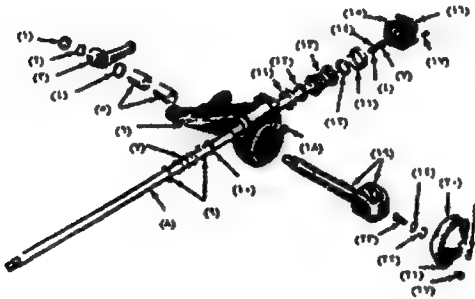


الشكل (10 - 1)

ب. مجموعة نظام القيادة ذات الترس الحلزوني مع بكرة؛

يتشكل هذا النوع كما هو في الشكل (10 - 2) من ترس حلزوني ومحور مستعرض يثبت عليه بكرة ذات أخاديد حلزونية متعدد وفي هذه الحالة تعشق البكرة مع الترس الحلزوني حيث تنقل الحركة الدورانية من الترس الحلزوني إلى البكرة التي تتحرك حركة مستقيمة على طول الحلزون وتنقل الحركة

الى ذراع بتمان الذي يتحرك حركة ارجحة محددة وفقاً لحركة البكرة على الحلزون.

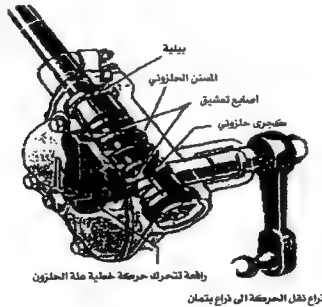


الشكل (10-2)

1.	صامولة	13.	الترس الدودي
2.	رنديلة زنق	14.	رنديلة
3.	ذراع بتمان	15.	رقائق معدنية
4.	جلبة	16.	صفحية
5.	جلبة معدنية أو مطاطية	17.	برغي
6.	غلاف الصندوق	18.	سدادة
7.	نابض	19.	محور مع بكرة
8.	أنبوب مفرغ	20.	كسكيت
9.	حلقات تثبيت	21.	سدادة
10.	جلبة	22.	حلقة تثبيت
11.	غلاف البيلة	23.	برغي عيار
12.	بيلة	24.	

ج. مجموعة التوجيه ذات الترس الحلزوني والأصبع:

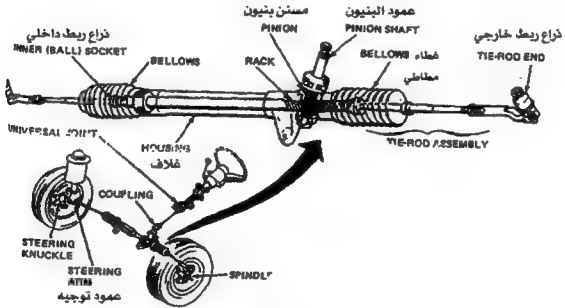
يبين الشكل (10 - 3) أن المحور الحلزوني يحتوي على أسنان حلزونية على شكل كمامه (حديه) مسلوية وتكون ذات مقطع ضيق عند القاعدة. ويرتكز المحور الحلزوني داخل الغلاف على مساند (بيل) ويضبط الخلوص الطولي للحلزون بواسطة رقائق معدنية تثبت بين القشرة (الغلاف) والمسند، أو بواسطة صامولة عيار ويعشق مع الترس الحلزوني أصبع مستعرض (عمود مستعرض) يثبت في قشرة المجموعة جلب معدنية لتقليل الاحتكاك ومعدل الاهتراء وينقل هذا العمود الحركة إلى ذراع بتمان الذي يتحرك حركة أرجحة ويلاحظ أن الحلزون يتحرك حركة دورانية في حين يتحرك العمود المستعرض حركة خطية (مستقيمة) على طول المجرى الحلزوني في الوقت الذي يتحرك فيه ذراع بتمان حركة زواية (أرجحه) محددة وفقا لطول مسافة تعشيق الأصبع مع المجرى الحلزوني.



الشكل (10 - 3)

د. مجموعة نظام قيادة ذات الجريدة المسننة:

هذا النوع من أنظمة القيادة اذ تنتقل الحركة من عجلة القيادة الى علبه مسننات نظام القيادة بواسطة مجموعة مرنة (محور مع وصله مفصلية) ويثبت في نهاية محور التوجيه ترس يعشق داخل علبه التروس مع قضيب مسنن بأسنان عرضية ويسمى الجريدة المسننة وعندما تدور عجلة القيادة تنتقل الحركة الدورانية بواسطة الترس الى الجريدة المسننة فتتحرك حركة ترددية وفق اتجاه دوران عجلة القيادة وتنتقل الحركة من الجريدة المسننة بواسطة ذراعي ربط كما هو مبين في الشكل (10 - 4) وتصل كل ذراع بواسطة وصلة مفصلية بذراع نقل الحركة الى العجلان الامامية ويستعمل هذا النوع من الأنظمة في السيارات الصغيرة.



الشكل (10 - 4)

طريقة عمل نظام القيادة الميكانيكي:

يحول نظام القيادة في المركبة الحركة الدورانية في عجلة القيادة الى حركة زاوية في العجلات الأمامية في المركبة وفق رغبة السائق وعند تدوير عجلة التوجيه (القيادة) يدويا تنقل حركتها بواسطة عمود نقل الحركة الى علبه التروس (مجموعة القيادة) التي تحول هذه الحركة الدورانية الى حركة زاوية في ذراع بتمان ثم تنقل الحركة الى الوصلات المختلفة في نظام القيادة التي تتحرك حركة ترددية وتنقل الحركة الزاوية الى حامل العجلات الأمامية الذي يتحرك زاوياً حول محور ارتكاز العجل ، فتتحرك وفقا لذلك العجلات الأمامية حركة زاوية محددة وفقا لرغبة السائق وتتراوح نسبة النقل بين زاوية دوران عجلة القيادة وزاوية دوران عجلات المركبة الامامية ، وتعني عدد الدرجات التي تدور فيها العجلات الأمامية مقابل عدد درجات عجلة التوجيه وتتراوح هذه النسبة بين (16 - 1) الى (28 - 1).

مزايا نظام التوجيه الميكانيكي:

1. تصل في هذا النظام نسبة التخفيض بين عجلة التوجيه وعجلات المركبة الى (28 - 1) وتتغير القوة اللازمة لادارة عجلة القيادة من مركبة لأخرى ومن نظام قيادة لآخر.
2. لا علاقة بين سرعة دوران المحرك البطيئة ونظام القيادة وهذا يعني ان بإمكان دوران المحرك بسرعة بطيئة وفقا للتعليمات.
3. انخفاض تكاليف الصيانة والإصلاح لبساطة التصميم ونظام العمل.

نظام القيادة ذات القوة المساعدة:

يوجد نوعان من أنظمة القيادة ذات القوة المساعدة:

1. النوع التكاملي: في هذا النوع تكون وحدة القدرة جزءاً من صندوق نظام القيادة.
2. النوع ذو الوصلات الميكانيكية: وتكون وحدة توليد القدرة جزء من الوصلات الناقلة.

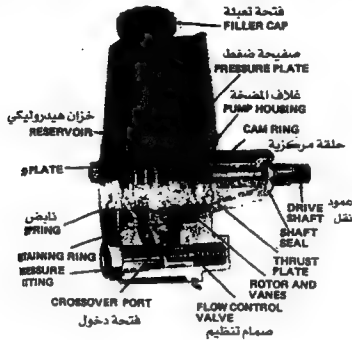
أجزاء نظام القيادة الهيدروليكي:

يتكون نظام القيادة الهيدروليكي من الأجزاء التالية:

- أ. وصلات نقل الحركة.
- ب. عجلة التوجيه والقيادة وعمود نقل الحركة.
- ج. صندوق تروس نظام القيادة.
- د. وحدة توليد القدرة (المضخة الهيدروليكية).
- هـ. جهاز التحكم في السرعة البطيئة للمحرك عند استخدام نظام القيادة بالقدرة الآلية.

المضخة الهيدروليكية:

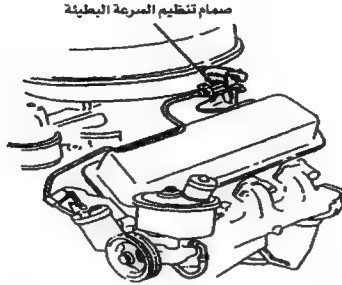
تستخدم في نظام التوجيه الهيدروليكي مضخة تضغط السائل الهيدروليكي ضغطاً مرتفعاً كما هو مبين في الشكل (10 - 5) تثبت في مقدمة محرك الاحتراق لتدار بواسطة سير يستمد حركته من عمود المرفق ويتدفق الزيت تحت ضغط مناسب إلى صندوق تروس نظام القيادة.



الشكل (10 - 5)

صمام تنظيم السرعة البطيئة:

عند تحريك عجلة القيادة في أحد الاتجاهات والمركبة واقفة فان ذلك يتطلب من المضخة الهيدروليكية إعطاء ضغط زائد لتحريك وصلات نقل الحركة في الاتجاه المطلوب وهذا أيضا يعد عاملا آخر يعمل لإبطاء سرعة المحرك أو إيقافه عن الدوران، اذا تمت هذه المحاولة عند سرعة بطيئة وتنع التوقف المفاجئ للمحرك أو التباطؤ الزائد في السرعة في أثناء التوقف وتشغيل النظام الهيدروليكي فقد استعمل في بعض الأنظمة (أنظمة القيادة) نظام تحكم كما هو مبين في الشكل (10 - 6) اذا ينظم سرعة دوران المحرك فيحول دون توقفه المفاجئ أثناء تشغيل نظام القيادة ويلاحظ أن نظام التحكم يتصل بصمام الخائق فعندما يزداد الضغط الى الحد الأقصى عند السرعة البطيئة للمحرك فان المنظم يعمل لتحريك صمام الخائق ليفتح قليلا وهذا يؤدي الى زيادة السرعة الدورانية البطيئة للمحرك وعند اعادة عجلة القيادة الى الوضع الطبيعي تنخفض السرعة الدورانية للمحرك مباشرة بفعل صمام التحكم الذي يعيد قرص الخائق الى وضعه السابق.



الشكل (10 - 6)

طريقة عمل نظام القيادة الهيدروليكية التكاملي:

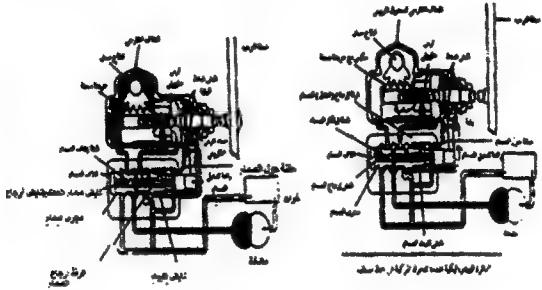
يستخدم من هذا النوع نموذجان هما:

- أ. ذو المكبس.
- ب. ذو الصمام الدوار.

وفي كلا النوعين تثبت وحدة توليد القدرة في نهاية عمود نقل الحركة من صندوق تروس نظام القيادة وهما متشابهات في العمل وإن اختلفا في التصميم وتتضمن وحدة نظام القيادة مجموعة تروس من نوع الكرات مضافا لذلك وحدة توليد القدرة.

1. طريقة عمل النوع ذي المكبس:

تتكون المجموعة من صندوق تروس ذي الكرات الدوارة مضافا الى ذلك صمام تحكم ومكبس يتصل بالترس الحلزوني ومثبت عليه جريدة مسننة كما هو مبين في الشكل (10 - 7).



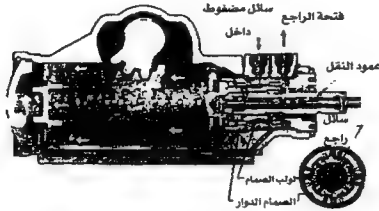
الشكل (10 - 7)

اذ تعشق الجريدة المسننة الى قطاع مسنن ينقل الحركة الى عمود بتمان
وعندما تدور عجلة القيادة فان الترس الحلزوني في نهاية عمود نقل الحركة
سيتحرك حركة دورانية وتتحرك صامولة الكرات المعدنية والمكبس الى الامام
فتنتقل الحركة بواسطة القطاع المسنن الى ذراع بتمان ويبين الشكل وضع المجموعة
عندما يتحرك المركبة في خط مستقيم، يبدأ عمل النظام الهيدروليكي عندما تكون
القوة المبذولة لادارة عجلة القيادة لا تقل عن (1,4) كغم تقريبا وفي هذه الحالة
يتقدم الترس الحلزوني في حركة دورانية مع حركة خطية فيدفع رافعة صمام
التحكم ليعمل الصمام ويسمح بتدفق الزيت المضغوط من المضخة الى احد اطراف
المكبس ليتحرك المكبس محركا معه الجريدة المسننة والقطاع المسنن أي أن المكبس
يساعد على عملية الدوران كما هو مبين في الشكل.

طريقة عمل النوع ذو الصمام الدوار:

يبين الشكل (10-8) هذا النوع من اجهزة نقل الحركة في نظام التوجيه
اذا يتحرك عمود النقل حركة أرجحة مع دوران عجلة القيادة وعند سير المركبة في

خط مستقيم فإن وضع الصمام الدوار يسمح بتدفق السائل الهيدروليكي المضغوط من فتحة الراجع دون أن يؤثر على المكبس.



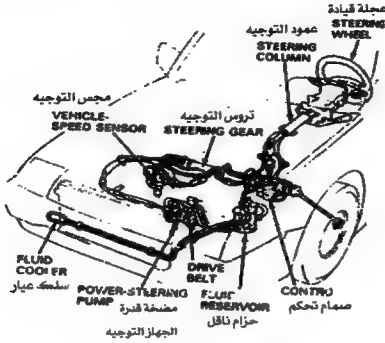
وحدة توليد قدرة ذات الصمام الدوار

الشكل (10 - 8)

وعند دوران عجلة القيادة فإن القوة الناتجة تؤثر في عمود النقل الذي يدفع صمام التحكم الى الأمام ليسمح بتدفق السائل الهيدروليكي المضغوط الى احد طرفي المكبس الحامل للجريدة المسننة وفقاً لاتجاه دوران عجلة القيادة ومع زيادة القوة الناتجة من زيادة زاوية دوران عجلة القيادة فإن حركة صمام التحكم (الصمام الدوار) الى الأمام تزداد، فيزداد وفقاً لذلك كمية التدفق للسائل المضغوط وهذا يعني التأثير الهيدروليكي المباشر في توجيه المركبة.

طريقة عمل نظام القيادة الهيدروليكي ذو الوصلات:

في هذا النوع من أنظمة التوجيه الهيدروليكي، فإن أسطوانة القدرة ليست مع صندوق تروس نظام القيادة كما في السابق، انما تثبت مع الوصلات الميكانيكية الناقلة للحركة كما هو مبين في الشكل (10 - 9) ويلاحظ ان ذراع بتمان لا يتصل مباشرة مع وصلات نظام التوجيه.



الشكل (10 - 9)

طريقة عمله كالتالي:

عندما يتحرك ذراع يتمان اي حركة زاوية ناتجة دوران معدة القيادة فإن صمام التحكم يوجه تدفق السائل الهيدروليكي المضغوط الوارد من المضخة الهيدروليكي الى وحدة (مكبس) توليد القدرة وفي داخل وحدة توليد القدرة يولد الضغط الهيدروليكي في احد طرفي المكبس وفي هذه الحالة تتحرك الاسطوانة كوحدة متكاملة وليس المكبس وهذه الحركة تنتقل الى وصلات نقل الحركة في نظام التوجيه، لتوجيه المركبة في الاتجاه المناسب.

مزايا نظام القيادة الهيدروليكي:

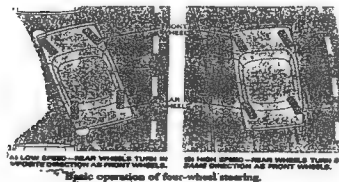
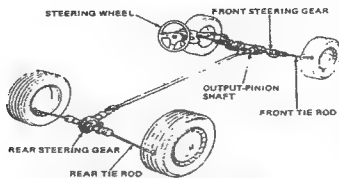
1. انخفاض القوة اللازمة لتوجيه المركبة وذلك بسبب الضغط الهيدروليكي الذي يدور الوصلات ثم المجالات الامامية ويحركها.

2. انخفاض نسبة النقل بين عجلة القيادة والعجلات الامامية لتصل الى (1:13) درجة أي انه كلما دارت عجلة التوجيه (13°) فإن العجلات تدور درجة واحدة وقد تنخفض لتصل الى (1:10).
3. قد تتأثر السرعة الدورانية للمحرك من حيث التوقف الفجائي او زيادة السرعة البطيئة لمواجهة الحمل الناتج من تشغيل المضخة الهيدروليكية وهذا يعني زيادة في استهلاك الوقود.
4. زيادة عدد العناصر المكونة لنظام التوجيه بالمقارنة بنظام القيادة الميكانيكي.
5. زيادة تكاليف الصيانة والاصلاح بسبب صيانة الانظمة الهيدروليكية وتوابعها.

نظام التوجيه الرباعي:

في بعض أنواع المركبات يستخدم نظام التوجيه الرباعي إذ يوجه العجلات الاربعة في المركبة مع تحريك عجلة القيادة وقد يكون هذا النوع من انظمة القيادة ميكانيكا او هيدروليكية واستخدام هذا النظام يعطي امكانية تحكم جيدة للمركبة اثناء المسير اذا تستخدم في عجلات الدفع الخلفية وصلات مفصلية لمحاو الارتفاع لتسمح للعجلات بالحركة الزاوية اثناء التوجيه فتتحرك العجلات الخلفية بزوايا مختلفة بالنسبة لهيكل السيارة.

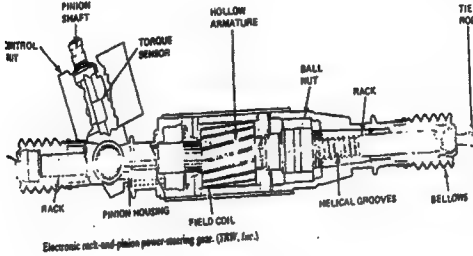
وفي بعض المركبات يتم التوجيه الالكتروني الاتوماتيكي للعجلات الخلفية حسب سرعة المركبة وزاوية دوران العجلات الامامية ولزيادة سهولة المناورة عند السرعات المنخفضة توجه العجلات الخلفية باتجاه معاكس للعجلات الامامية كما هو مبين في الشكل (10 - 10). وعند السرعات العالية توجه العجلات الخلفية بنفس اتجاه العجلات الامامية وهذا يؤدي الى زيادة اقزان المركبة عند المنعطقات وتغير مسرب الطريق بسرعة فائقة.



الشكل (10-10)

نظام القيادة ذو القوة المساعدة (الجريدة المسننة) الإلكتروني:

بعض المركبات يوجد بها نظام قيادة إلكتروني ذو نوع الجريدة المسننة كما هو مبين في الشكل (10-11) وتتم العملية السريعة بواسطة محرك كهربائي موجود داخل غلاف الجريدة المسننة كما هو مبين في الشكل (10-11) بحيث يزود المحرك الكهربائي القدرة المساعدة.



الشكل (10 - 11)

يكون عمود البينيون معشق مع الجريدة المسننة بواسطة مجاري حلزونية والمفناطيس والمجس المغناطيسي الموجودين على محور المسنن البينيون يعملان كمجس عزم وهذا الاشارات ترسل الى جهاز الكمبيوتر (وحدة التحكم) لتحسب مقدرا العزم المستخدم ويأى اتجاه.

وعند استخدام العزم لتدوير عجلة القيادة، المفناطيس يتحرك، وتوليد العزم يؤدي الى تحريك المفناطيس وتذهب الاشارة القوية الى وحدة التحكم ويقوم الكمبيوتر بإرسال تيار متغير الى المحرك الكهربائي والمحرك الكهربائي موصول مع صامولة كروية وعندما يدور المحرك الكهربائي، تدور الصامولة الكروية وهذا الدوران يسبب بدوران الكرات خلال المجاري في الصامولة، المجري الحلزوني في الجريدة المسننة وهذا يستخدم قوة عكس احدى جهات الجريدة، وهذا يعني ان معظم القوة اللازمة للتوجيه تستخدم بواسطة المحرك الكهربائي.

نظام التوجيه الالكتروني لا يحتاج الى مضخة هيدروليكية ووصلات وخرائط للجريدة المسننة او حوافظ، هذا بالإضافة الى أنه بإمكان السائق زيادة وتقليل القوة اللازمة للمساعدة حسب الحاجة بواسطة ضبط مفتاح الاختيار.

هندسة العجلات الامامية:

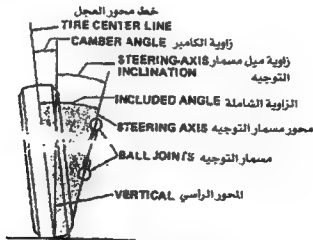
هندسة العجلات الامامية هي العلاقة بين الزوايا المختلفة بين العجلات الامامية وهيكل المركبة ونقاط التثبيت وهذه الزوايا هي:

1. الكامبر.
2. زاوية مسمار التوجيه الرئيس.
3. الكاستر.
4. تم المقدمة.
5. الانضراج للخارج اثناء الدوران في المنعطفات.
6. ارتفاع نظام التعليق.

1. الكامبر: (Camber) تعرف زاوية الكامبر بميل العجل الامامي عن الوضع الراسي ويوجد نوعان من الكامبر هما:

ا. الكامبر الموجب: ميل العجل الامامي من الاعلى الى خارج الشكل (10 - 12).

ب. الكامبر السالب: ميل العجل الامامي من الاعلى الى الداخل.



Included angle is the camber angle plus the steering-axis-inclination (SAI) angle. Positive camber is shown.

الشكل (10 - 12)

تقاس زوايا ميل العجل الكامبر بالدرجات بالنسبة الى الخط الراسي \pm (صفر - 3°) والغرض من الكامبر هو اكتساب العجل ميلا قليلا من الاعلى الى الخارج لحظة الانطلاق وعندما تتحرك المركبة محملة بأي حمل فإن الحمل يعمل لإعادة العجل للوضع الراسي فإذا تحركت المركبة وكانت زوايا الكامبر صفرا فإن الحمل سيعمل لدفع العجل من الاعلى للداخل.

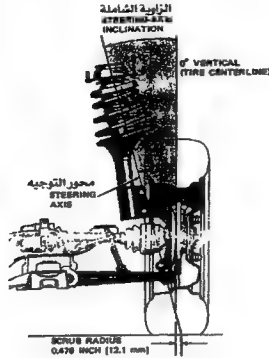
وهذا يؤدي الى اهترا غير منتظم واي خطأ في زاوية الكامبر سيؤدي الى مشاكل في نظام القيادة ومنها:

1. زيادة الاهتراء غير المنتظم في الاطارات.
2. حذف المركبة عند ترك عجلة القيادة عن المسار المستقيم.
3. عدم اتزان الاطارات في أثناء المسير.

2. زوايا ميل مسمار التوجيه الرئيس: (Steering-Axis Inclination)،

يوضح الشكل (10 - 13) زوايا ميل مسمار التوجيه التي تحدد بمقدار ميل محور مسمار التوجيه عن الخط الراسي للعجلة بإتجاه الداخل وتمتد هذه الزوايا بين $\pm (2 - 5)$ درجات وتعود اهمية زوايا ميل مسمار التوجيه الرئيس الى ما يلي:

1. المساعدة على اتزان نظام التوجيه.
2. المساعدة على اعادة عجلة القيادة الى وضعها الاصلي بعد الدوران.
3. تقليل الاهتراء غير المنتظم.



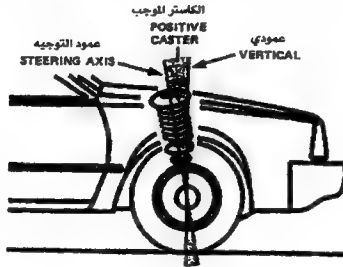
الشكل (10 - 13)

3. الزاوية الشاملة، (Included Angle):

تمثل الزاوية الشاملة مجموع زاويتي الكامير وميل مسمار التوجيه الرئيس ويوضح الشكل (10 - 12) الزاوية الشاملة وموقعها بالنسبة لخط محور مسمار التوجيه.

4. الكاستر، (Caster):

هو ميل مسمار التوجيه الى الامام أو الى الخلف بالنسبة الى المحور الراسي كما هو مبين في الشكل (10 - 14) ويقاس الكاستر بالدرجات وتقدير زاوية الميل بين المحور الراسي ومحور مسمار التوجيه اذا كان الميل من الاعلى الى الداخل باتجاه المعجلات الخلفية يسمى كاستر موجب.



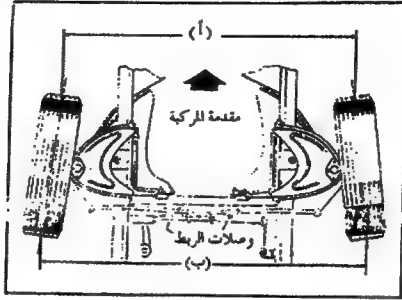
الشكل (10 - 14)

وظيفة الكاستر هي:

1. المحافظة على سير المركبة في خط مستقيم.
2. زيادة مقدرة إمكانية التوجيه.
3. تخفيض جهد القيادة والتوجيه.

5. تم المقدمة: (Toe-In):

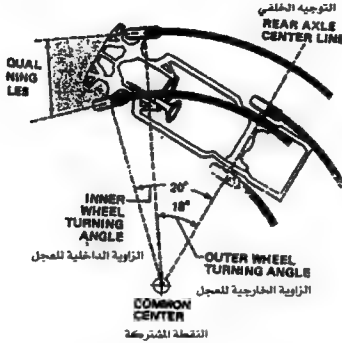
تعرف تم المقدمة بأنها المسافة بين العجلات الامامية من الامام، اقل من المسافة بين العجلات الامامية من الخلف كما هو مبين في الشكل (10 - 15) وتقاس هذه المسافة بالمليمترات وتتراوح بين (صفر - 1.5) ملم ويتم ضبط تم المقدمة والسيارة متوقفة، وعندما تبدأ الحركة تصبح العجلات الامامية بوضع توازي (ا = ب) بفعل مقاومات الطريق للاطارات وهذا يؤدي الى منع الانزلاق الجانبي والاهتراء غير المنتظم للاطارات.



الشكل (10 - 15)

6. الانفرج للخارج أثناء الدوران في المنعطفات: (Set /Turning Radius Back)

يعرف بأنه الفرق بين زاويتي العجلتين الداخلية والخارجية الحادتين مع هيكل المركبة عند دورانها في منعطف حيث يدور اصغر من نصف قطر دوران العجل الخارجي، وهذا يعني أن زاوية دوران العجل الداخل اكبر كلما هو موضح بالشكل (10 - 16) مما يمنع الانزلاق الجانبي والاهتراء السريع للعجلات فلو أن الزاويتان كانتا متساويتان لما تقاطعت الزاويتان في مركز المنعطف، ولأدى ذلك إلى الانزلاق، ويسمى العلاقة بين وضع العجلات الامامية وهيكل السيارة أثناء الانعطاف بنظرية اكرمان.



الشكل (10 - 16)

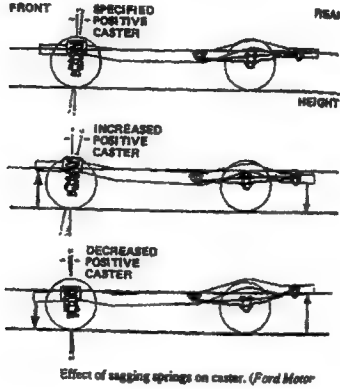
ملاحظة:

في المركبات الموجود فيها نظام توجيه ذي القوة المساعدة، يوجد بها عادة كاستر موجب اكبر من المركبات ذات نظام قيادة ميكانيكي (يدوي).

الكاستر الموجب يساعد بالتغلب على الحاجة للتوجيه في القدرة المساعدة لتثبيت العجلات الامامية خلال الدوران. بالإضافة لذلك الكاستر الموجب بحاجة لقوة توجيه اكبر، لذلك السائق لا يلاحظ بسبب وجود قوة مساعدة في نظام القيادة.

الكاستر الموجب يلزم عمل لم المقدمة في العجلات الامامية، الكاستر السالب يلزم عمل انضراج في العجلات الامامية الافراط في الكاستر الموجب يؤثر في زيادة الجهد المبذول في قيادة المركبة او رجوع عجلة القيادة بسرعة خاطفة بعد دوران، ويزيد صدمات الطريق على عجلة القيادة، وتخفيض الكاستر الموجب يمكن ان يكون

نتيجة من ارتخاء الزنبرك كما هو مبين في الشكل (10 - 17) وهذا احد الاسباب لعمل اختبار لارتفاع نظام التعليق.

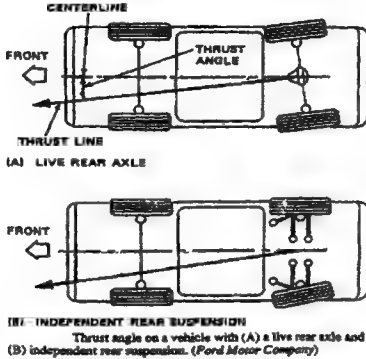


الشكل (10 - 17)

زاوية الدفع Thrust Angle

عندما تكون العجلات الاربعة صحيحة ومنتزنة، على خط عمل مستقيم ومجلة القيادة مركزية بالتالي تكون المركبة خلال القيادة على خط واحد مستقيم.

ومع ذلك اذا كانت هندسة العجلات الخلفية غير، صحيحة، كما هو موضح في الشكل (10 - 18) عندما تتحرك المركبة الى الامام لا تسير بخط مستقيم (تسير بخط منحرف).



الشكل (10 - 18)

يُحدد اتجاه سريان المركبة من طريق ثلاث خطوط على طول المركبة هي:

1. خط مركز المركبة.
2. خط المركز الهندسي.
3. خط الدفع.

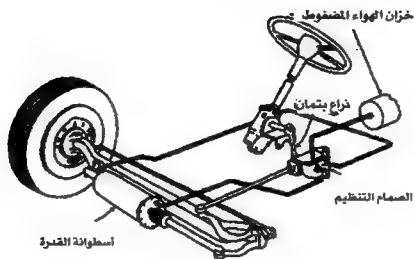
1. خط مركز المركبة، هو الخط الذي يمر خلال المركز الحقيقي لجسم المركبة، كما هو موضح في الشكل (10 - 18).
2. خط المركز الهندسي: انطباق خط الدفع على خط مركز المركبة في نقطة منتصف العجلات الامامية والعجلات الخلفية.
3. خط الدفع: هو الخط من نقطة المنتصف بين العجلتين الخلفيتين، وهذا يحدد الاتجاه الذي سوف تتجه به المركبة بدون تأثير العجلات الامامية.

إذا كان خط الدفع لا يتطابق مع خط مركز المركبة سوف تشكل زوايا الدفع بين خط المركز وخط الدفع، كما مبين في الشكل (10 - 18) وزاوية الدفع تؤثر في النقل بسبب السحب باتجاه معين من خط الدفع في المركبات ذات الدفع الخلفي، يمكن أن يحدث هذا بسبب تلف شصي المركبة، أو خطأ في وضعية المحور الخلفي الشكل (10 - 18)(A).

وفي نظام التعليق الخلفي المستقبل يمكن أن يحدث هذا بسبب عدم تساوي معايير ضم العجلات الخلفية، كما هو موضح في الشكل (10 - 18) (B) وهذا يسبب تأكل الاطارات الخلفية بسبب عدم صحة ضم العجلات.

نظام التوجيه باستخدام الهواء المضغوط:

يوضح الشكل (10 - 19) نظام توجيه يستخدم الهواء المضغوط لتوليد القدرة اللازمة ولتحريك المعجلات الامامية بدلاً من السائل الهيدروليكي، وكما هو موضح في الشكل فإن نظام التوجيه هو من نوع النظام ذي الوصلات إذ تستخدم اسطوانة توليد القدرة كجزء من الوصلات الناقلة للحركة بين المعجلات الامامية، ويستعاض عن المضخة الهيدروليكية بضامطة هواء تستمد حركتها من عمود المرفق بواسطة سير مطاطي كما هو الحال في المضخة الهيدروليكية.



الشكل (10-19)

أسئلة الوحدة العاشرة

السؤال الأول: علل ما يأتي:

(أ) حذف المركبة الى اليمين لدى سير المركبة في خط مستقيم وترك عجلة القيادة.

(ب) زيادة الاهتراء الغير منتظم للاطارات

(ج) عدم رجوع عجلة القيادة بعد الدوران.

(د) صعوبة توجيه المركبة في الاتجاه الصحيح

(هـ) اهتزاز عجلة القيادة عند السرعات العالية للمركبة

السؤال الثاني: بين بالرسم انتقال الحركة في نظام التوجيه الميكانيكي

السؤال الثالث: اذكر وظيفة ما يأتي:

(أ) مجموعة تروس نظام التوجيه

(ب) الوصلات المفصليّة

(ج) مسمار التوجيه الرئيسي.

السؤال الرابع: اذكر ثلاثة من مزايا نظام التوجيه الهيدروليكي.

السؤال الخامس: اذكر أجزاء نظام التوجيه الهيدروليكي.

السؤال السادس: ضع دائرة حول الجواب الصحيح.

(أ) الكامبر الموجب هو عبارة عن:

أ. ميل العجل الامامي من الاعلى للخارج.

ب. ميل العجل الامامي من الأسفل للخارج.

ج. ميل العجل الخلفي من الاعلى للخارج.

د. ميل العجل الخلفي من الاعلى للداخل.

(2) تقدر زاوية ميل مسمار التوجيه عن الخط الراسي للعجل باتجاه الداخل بـ:

(1) $(5 - 2)$ درجة موجب (ب) $(5 - 2)$ درجة سالب

(ج) $1 + ب$ (د) 5 درجات سالبة

(3) الزاوية الشاملة هي عبارة عن:

(ا) زاويتي الكامبر + ميل مسمار التوجيه (ب) الكامبر السالب

(ج) الكامبر الموجب (د) $ب + ج$

(4) للحفاظ على دوران العجلات وسير المركبة في خط مستقيم يجب ضبط:

(ا) المقدمة (ب) زاوية الكاستر

(ج) الكامبر (د) جميع ما ذكر

(5) تتراوح زاوية ميل مسمار التوجيه الرئيسي ما بين:

(1) $(5 - 2)$ درجة (ب) $(3 - 1)$ درجة

(ج) $(7 - 5)$ درجة (د) $(10 - 6)$ درجة

الوحدة الحادية عشر

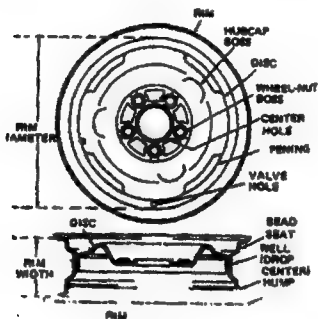
السجلات والاطارات

Tyres and Wheels

الوحدة العادية عشر

العجلات والإطارات

أنواع الاطواق: (الجنطات، العجلات): يوجد عدد من الاطواق المستعملة في السيارات كما هو موضح في الشكل (1-11).



Construction of a wheel. (Chrysler Corporation)



(ج)

(ب)

(1)

الشكل (1-11)

1. الطوق الصلب المشكل بطريقة الكبس، ويتكون من الاجزاء التالية كما هو موضح في الشكل (11-1)).

- ا. قرص الطوق وهو على شكل طبقه يشكل من الصلب بطريقة الكبس ويتم لحامه مع طوق العجل.
- ب. طوق العجل: وهو يصنع ايضاً من الصلب المشكل بطريقة الكبس ايضاً، ويتدرج الطوق عادة الى ثلاث درجات:

1. حافة الطوق: وهي تمثل الحافة الخارجية للعجل.
2. والدرجة الوسطى وهي كتف الطوق.
3. والدرجة الداخلية وهي قاع الطوق.

ويتم تشكيل فتحة الصرة، وفتحات براغي الربط في قرص العجل كما يتم فتح فتحات تهويه في قرص العجل وذلك للعمل على ادخال تيار هوائي لتبريد الضراكل اثناء سير المركبه.

يقاس قطر العجل (الجنط) عادة بالنسبه لقطر الدرجة الوسطى (كتف الطوق) ويمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ثابتة واخرى قابلة للفك وكذلك يمكن تقسيمها الى اطواق مجزاه واخرى غير مجزاه.

وكما يمكن تقسيم اطواق العجلات الى اطواق ذات القاع العميق واطواق ذات القاع العريض، واطواق ذات الكتف المائل.

2. عجل الاسلاك الشعاعية (Wire Spoke Wheel):

(جنط الاسلاك الشعاعية):

كما هو موضح في الشكل (11 - 1) (ب)). يستخدم هذا النوع من العجلات مجموعة كبيرة من الاسلاك الفولاذية بدل قرص العجل وتشكل الاسلاك بعد تثبيتها بناء هيكلها متماسك للجنط.

3. عجل السبائك الخفيفة (light Alloy Wheel):

(جنط السبائك الخفيفة):

وهذا النوع من العجلات يشكل من قطعة واحدة من سبائك المعادن الخفيفة (السبائك)، وتثل سبائك الالمنيوم اكثرها انتشاراً كما هو موضح في الشكل (9 - 1) (ج)). تتميز العجلات المصنوعة من سائل الالمنيوم بما يلي:

- أ. خفة وزنها مقارنة مع عجلات الصلب.
- ب. امكانية استعمال سماكات اكبر لقطع العجل بما يعمل على توزيع الاجهادات على مساحة أوسع.
- ج. اتاحة المجال اما استعمال الاطارات العريضة والتي تغطي ثباتاً اكبر للسيارات وخاتمة على المنعطفات وتستخدم كثيراً في السيارات الرياضية.

الاطارات: (Tyres):

يجب أن تتوفر الشروط التالية في الاطار:

1. أن يكون سطح التلامس بين الاطار والطريق كافياً ومناسباً.
2. أن يتحمل القوى الجانبية التي تؤثر عليه اثناء السير.
3. أن يتصف بمرونة زنبركية عند التدرج فوق سطح الطريق.

يتكون الإطار من الأجزاء التالية:

1. هيكل الاطار (البنية الداخلية): ويتكون من طبقات متعددة من نسيج شريطي مغطى بالمطاط ويصنع النسيج من خيوط صناعية وكان يصنع في الماضي من القطن أما حالياً فهو يصنع، من الياف الزجاج وخيوط البوليستر كما يستخدم الحرير الصناعي والنايلون كخيوط صناعية لصنع النسيج.

تستخدم الاسلاك الفولاذية في تسليح الاطارات المخصصة للسرعات الكبيرة والشاحنات.

2. حواف الاطار (Tyre Bead):

وتقوم بمهمة تثبيت الاطار على طوق العجلة، كما انها تقوم بعملية الاحكام (منع تسرب الهواء المضغوط) في حالة الاطار بدون تيوب داخلي (Tubeless Tyre)، تلف طبقات نسيج الهيكل حول قلب الحافة المصنوعة من اسلاك فولاذية (صلب).

يختلف عدد القلوب الفولاذية المستعملة تبعاً لحجم الاطار وقدرته على التحميل فيستخدم قلب واحد في الاطارات الصغيره أما في الاطارات الكبيرة فيصل الى ثلاثة.

3. المدامس (Tyre Tread):

كما هو موضح في الشكل (11-2) وهو الجزء الذي يتلامس مع سطح الطريق أثناء المسير، وهو يحمي الهيكل النسيجي الداخلي للاطار وتستخدم في صناعة هذا الجزء مواد ذات مقاومة عالية للاهتراء الناتج عن الاحتكاك مع سطح الطريق بالإضافة الى خواص التصاق جيدة.

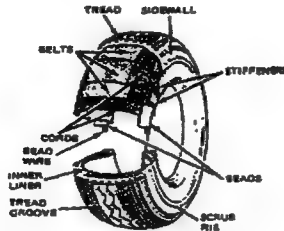


Fig. 54-8 Construction of a rubberized radial tire. (Ford Motor Company)



الشكل (11-2)

أما الطبقة الداخلية من المداس فتصنع من حوار مرنة لكي تقي بالشروط المطلوب توافرها في الاطار.

تشكل الطبقة الخارجية من المداس وهي الملامسة لسطح الطريق على شكل اخاديد وهذه الاخاديد تأخذ شكلاً معيناً والقرص منها هو حجز مياه الامطار داخل الاخاديد وتوفير امكانية التلامس المباشر مع سطح الطريق بهدف منع الانزلاق على الطبقة المائية فوق سطح الطريق ويجب ان لا يقل عمق الاخاديد عن (1 ملم) ولا يعتبر الاطار غير صالح.

1. جوانب الاطار (Side Walls):

وهي تشكل الجدران الجانبية للاطار ويكون سمكها اقل من باقي الاجزاء حيث أنها لا تتعرض للاحتكاك اثناء السير.

2. المطاط:

يستخدم المطاط الاصطناعي حسب ما يلي:

1. مطاط (S.B.R)(Styrene Butadiene Rubber): هو يعطي التصاق

بالطريق اكثر من المطاط الطبيعي وخاصة بالشتاء.

2. مطاط (P.B.R)(POLY butadiene Rubber): وهو اكثر مقاومة

للتآكل بالاحتكاك كما أنه اكثر مقاومة للحرارة ولكنه اضعف التصاقاً بسطح الطريق من النوع الاول مما يجعل عرضه لالتزلق ولهذا فإنه يخلط مع نسبة من مطاط (S.B.R).

وتضاف بعض المواد الى المطاط الاصطناعي وذلك لتحسين خواصه ومواصفاته مثل الزيوت والكربون الاسود والكبريت تعمل هذه المواد المضافة على زيادة مقاومة المطاط للتآكل بالاحتكاك كما أنها تعمل على تقليده.

العوامل التي يعتمد عليها عمر الاطار:

1. اسلوب قيادة السيارة.
2. تحميل السيارة.
3. حالة الطريق.
4. وضع العجلات واتزانها.
5. ضعف الاطارات.
6. حالة روادع الارتجاج.

اشكال الاطارات وتصنيفها:

تصنيف الاطارات على الاسس التالية:

1. التصنيف على اساس طريق احتواء الهواء داخل الاطار.
2. التصنيف على اساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية والتي تشكل البنية الداخلية للأطار.

أولاً: التصنيف على اساس طريق احتواء الهواء داخل الاطار:

وتقسم الى نوعين:

1. اطار مزدوج (يحتوي على تيوب داخلي (Tubed Tyre): يتألف هذا النوع من الاطار الخارجي بالإضافة الى اطار ناعم ورفيق (تيوب) مصنوع من البيوتل ويحتوي الاطار الداخلي على صمام عدم ارتداد يسمح للهواء بالدخول ولا يسمح له بالخروج.
2. اطار بدون تيوب داخلي (Tubless Tyre): وهو شائع لأستعمال في معظم السيارات الحديثه وتصنع حواف الاطار (Tyre Bead) بدقه كبيره لكي تنطبق باحكام على طول العجل (Wheel Rim) كما ان طوق العجل المعدني في حالة اطار التيوبليس يجب ان يكون مصنوعاً صناعه جيده لكي يحكم الهواء ويمنع تسريه.

وتزود هذه الاطارات بطبقة داخلية مطاطية على السطح الداخلي للأطار وهذه الطبقة تعمل على منع تسرب الهواء من خلال جدران الاطار وتقوم بوظيفة التيوب الداخلي.

يزود طوق العجل (الجنط) بصمام عدم ارتداد يثبت على ثقب خاص في طوق العجل، ويمكن استخدام تيوب داخلي مع هذا النوع من الاطارات في حالة وجود عيب في العجل وفي الاطار نفسه لضمان احكام الهواء.

ثانياً: التصنيف على اساس طريقة تركيب الطبقات النسيجية الداخلية تُقسم الى نوعين رئيسيين:

1. الاطارات العرضية (Cross-Ply Tyres): تحتوي على عدة طبقات من نسيج الالياف الصناعية التي تلتف عرضياً من الحافة الى الحافة وتشغل اللفه الواحد حوالي (35) من محيط الاطار.

تتميز هذه الاطارات بركوب مريح للسيارة وسهولة في تحريك نظام التوجيه عند الاصطافاف بالاضافة الى الكلفة التصنيعية الرخيصة نسبياً.

2. الاطارات الحزامية. (الشعاعية) (Radial-Ply Tyres): ويعتبر هذا النوع من الاطارات الاكثر شيوعاً في الاستخدام .

تتكون البنية الداخلية لهذا الاطار من طبقات نسيجية اساسيه تلتف من الحافة الى الحافة وتشغل اللفه (90°) ثم يحتفظ بالطبقات الاساسيه حزام مكون من عدة طبقات نسيجية تدور حول محيط الاطار تحت المداس مباشرة وتستعمل خيوط الصلب الفولاذ (Steel Wire) في كثير من الاحيان لكي تعطي قوة ومتانة للأطار.

وتمتاز الاطارات الحزاميه بمميزات عديدة منها:

1. تساعد في الاقتصاد في استهلاك الوقود وذلك سبب مقاومة التدرج فيها اقل من الاطارات العرضية.
2. اكثر قوة ومتانة مقارنة بالاطارات العرضية.
3. توفر التصاق وثبات اكبر على سطح الطريق (والطريق المبتله خاصة) ويعود السبب في ذلك الى الحزام الصلب للأطار الذي يحافظ على مداس الاطار في وضع منبسط وملامس لسطح الطريق وخاصه على المنعطفات.
4. يتطلب قدره اقل لدرجه الاطار.

5. يساعد على ابقاء اخاديد المداس مفتوحة لتصريف المياه اثناء السير على الطرق المبتلة.

6. اهتراء الاطارات الشعاعية بطيء مقارنة مع الاطارات العرضية.

عيوب الاطارات الحزامية:

1. تعطي احساساً اقل براحة الركاب اثناء المسير.
2. حركة نظام التوجيه عند الاصطفاف تكون أثقل واقسى مقارنة بالاطارات العرضية.

الاجهادات التي تتعرض لها العجلات والاطارات:

تتلقى كل عجلة مجموعة من القوى تؤثر عليها في ثلاثة اتجاهات مختلفه:

1. القوى الرأسية وهي كمنجم عن تأثير:

أ. قوه السيارة.

ب. صدمات الطريق.

2. قوى التوجيه الجانبيه الناجمه عن المسير في المنعطفات.

3. القوى المحيطية وهي ناجمه عن:

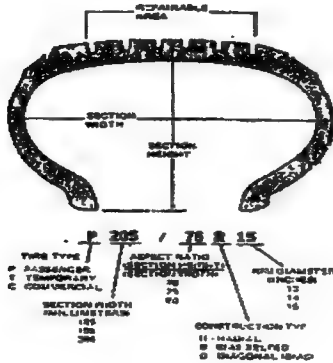
أ. القوى الطاردة المركزية.

ب. قوى الاداره (الجبر).

ج. قوى الكبح (الفرامل).

مواصفات الاطارات وقياساتها:

الارقام والرموز: تطبع الارقام والرموز في العادة على جانب الاطار وتكون خاصه بقياس الاطار وتتكون من العناصر التاليه: كما هو موضح في الشكل (3-11).



الشكل (3-11)

1. عرض الاطار (Tyre Width) ويقاس بـ (mm).
2. قطر العجل (الجنط) (Rim Diameter) ويقاس بـ (بالانش).
3. نسبة لارتفاع الى العرض (Aspect Ratio) وفتحة الاطارات الحديثة الى زيادة العرض على حساب الارتفاع.
4. نوع الاطار ويكون ضمن الانواع التالية:

- للسيارات الصغيره p-passenger
- وسائط نقل متوسطه T-Temporary

■ شاحنات (تجاري) C-Commercial

بالإضافة لعلامة الشركة الصانعة.

فمثلاً إذا وجدنا الأرقام التالية على أحد الاطارات (775 - 14) فهذا يعني أن عرض الاطار هو (775) وأن قطر العجل هو (14)

أما الأرقام : 15 75R 205 P

فهذا يعني :

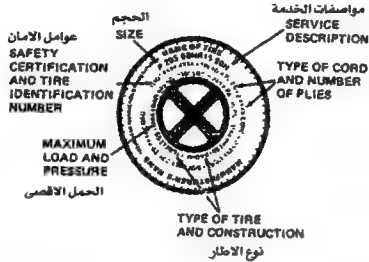
P : عجلة ركاب (Passenger).

205 : عرض مقطع العجل (mm).

75 : $\frac{\text{ارتفاع مقطع العجل}}{\text{عرض مقطع العجل}}$ (النسبة بين ارتفاع مقطع العجل الى عرض مقطع العجل).

R : قطري (شعاعي) (Radial).

15 : قطر الجنط (بالإنش).



حدود السرعة والمواصفات المطبوعة على الاطارات:

توضح على الاطارات احياناً رموز تبين السرعة القصوى التي يستخدم الاطار ضمنها، وهي تنحصر عادة في ثلاثة حروف:

1. الحرف (S): يعني أن السرعة القصوى هي (180 كم/ساعة مثلاً).
2. الحرف (H): فيعني أن السرعة القصوى لاستخدام الاطار هي لغاية (210 كم/ساعة).
3. الحرف (V): فيعني أن الاطار يصلح لاستعمال في السرعات التي تفوق (210 كم/ساعة). (بدون وصف للصيانة).
4. الحرف (V): السرعة القصوى (240 كم/ساعة).
5. الحرف (Z): السرعة القصوى (240 كم/ساعة).
6. الحرف (U): السرعة القصوى (200 كم/ساعة).
7. الحرف (T): السرعة القصوى (190 كم/ساعة).

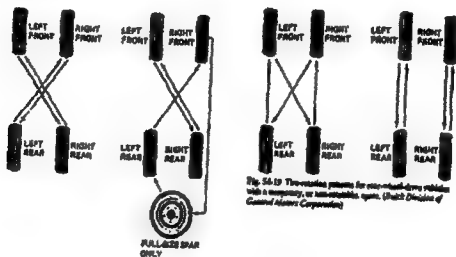


Fig. 56-19 Three-axle systems for non-independent rear wheels with a temporary, or non-constant, system. (Dodge Division of General Motors Corporation)

أنواع توصيل العجلات

اسئلة الوحدة العادية عشر

السؤال الأول: في أي المركبات تستعمل العجلات ذات الاسلاك الشعاعية.

السؤال الثاني: ما هي الأبعاد الرئيسية في طوق العجلة.

السؤال الثالث: بين كيف يؤثر عدم الانزلاق الاستاتي في سير المركبة.

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

1. حافة الطوق للعجل تمثل:

- (أ) الحافة الداخلية للعجل (ب) الحافة الخارجية للعجل
(ج) الحافة الوسطى للعجل (د) لا شيء مما ذكر

2. تقسم أطواق العجلات الى أطواق ذات القاع:

- (أ) العريض (ب) العميق
(ج) الكتف المائل (د) كل ما ذكر

3. اذا كان مكتوب على العجل مثلاً (775 – 14) فإن الرقم (755) يعني:

- (أ) طول الاطار (ب) سماكة مطاط الاطار
(ج) عرض الاطار (د) قطر العجل

4. بنفس السؤال السابق فإن رقم (14) يعني:

- (أ) طول الاطار (ب) سماكة مطاط الاطار
(ج) قطر العجل (د) عرض الاطار

5. توضع على الاطارات احياناً رموز وحروف تبين السرعات فمثلاً حرف (T) يبين ان السرعة القصوى للسيارة هي:

- | | |
|--------------|---------------|
| 300 km/h (ب) | 240 km/h (ا) |
| 160 km/h (د) | 200 km/hr (ج) |

الوحدة الثانية عشر



الفرامل في السيارة



الوحدة الثانية عشر

الفرامل في السيارة

نظام الفرامل (الكوابح):

تزود السيارات بعدد من الأنظمة، تؤدي مهمات ووظائف متعددة، ومن هذه الأنظمة نظام الفرامل الذي يعدّ من أهمها، لما تقوم به من وظائف لا غنى عنها في السيارات جميعها وفي الظروف والأوقات كلها، حفاظاً على سلامة السائق والركاب.

أولاً: أهمية نظام الفرامل

عند سير السيارة، تعمل قوة الدفع (الزخم) على إبقاء السيارة متحركة لفترة من الزمن، حتى لو فصلت قدرة المحرك عن مجلات السيارة بواسطة القابض، لهذا، تستعمل الفرامل في السيارة، وتقوم بالوظائف والمهمات الآتية:

1. تقليل سرعة السيارة أو إيقافها كلياً، ويتم ذلك بتحويل طاقة السيارة الحركية إلى طاقة حرارية، نتيجة الاحتكاك بين اسطح ثابتة وأخرى متحركة، ثم تسريب الحرارة إلى الجو الخارجي.
2. الحفاظ على السيارة في حالة السكون ويتم ذلك باستخدام آلية لمنع دوران مجلات السيارة بعد إيقافها.

وبما أن الكوابح ضرورية جداً من أجل السلامة في قيادة المركبات والسيارات، فإنه يجب أن تتوفر فيها المتانة، وأن تكون سهلة الصيانة والإصلاح والمعايرة.

1) أنواع أنظمة الكوابح المستخدمة في السيارات والمركبات الخفيفة:

تصنف الكوابح (الفرامل) من ناحية:

ا. مكان عملها:

1. فرامل على العجل.
2. فرامل على عمود الجر (عمود نقل القدرة).

ب. طريقة عملها:

1. فرامل القدم.
2. فرامل اليد.

ج. طريقة تصميمها:

1. فرامل التمدد الخارجي (الانفراجية).
2. فرامل التقليل الداخلي (الانقباضية).
3. فرامل القرص.

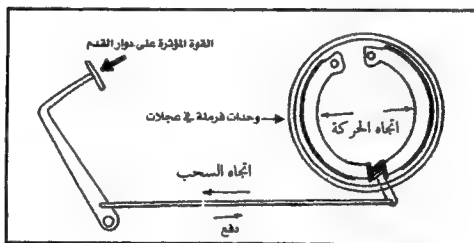
د. طريقة تركيبها:

1. الفرامل الميكانيكية.
2. الفرامل الهيدروليكية.
3. الفرامل التي تعمل بواسطة الهواء (الفرامل الهوائية).
4. الفرامل التي تعمل بالخلخلة (السيرفو).

(2) مبدأ عمل نظام الكوابح (الفرامل) الميكانيكية:

تستخدم الفرامل الميكانيكية غالباً في الجرارات والآلات الزراعية ذات السرعة المنخفضة، ويتلخص عملها في انتقال القوة المؤثرة على دواسة القدم الى وحدات الفرملة في العجلات ميكانيكياً، بواسطة وصلات وأسلاك معدنية صلبة تدفع بطانة الاحتكاك بقوة باتجاه سطح الاحتكاك، للحصول على الفرملة، كما يوضح الشكل (12 - 1).

وتتطلب الفرامل الميكانيكية مراقبة وصيانة مستمرتين بالإضافة الى أن كفاية الفرملة لا توفى باحدث متطلبات أداء الفرملة الأمانة في مجال هندسة السيارات الحديثة، لذلك، تستخدم الفرامل الميكانيكية على نطاق واسع، كفرامل التوقف.

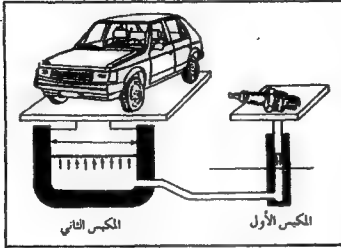


الشكل (12 - 1) عمل نظام الفرامل الميكانيكية

(3) مبدأ عمل نظام الكوابح (الفرامل) الهيدروليكية:

يعتمد عمل نظام الكوابح الهيدروليكية على نقل القوة من دواسة القدم هيدرولياً الى الأجهزة الاحتكاكية في العجلات الأربع، وأفضل طريقة لنقل هذه القوة نقلاً متساوياً بين العجلات هي استخدام الزيت على اساس قاعدة باسكال،

التي تقول: (إن أي ضغط يؤثر في سائل في حيز مغلق ينتقل إلى أجزاء السائل كافة في الاتجاهات جميعها انتقالاتاً متساوياً).



الشكل (12 - 2) النظام الهيدرولي

ويتكون النظام الهيدرولي في أبسط صور من أسطوانتين على الأقل بداخلهما مكبسان، والأسطوانتان مملوءتان بالزيت، وتصلان ببعضهما بواسطة أنبوب، كما يوضح الشكل (12 - 2).

ولنأخذ أحد التطبيقات المتعددة للنظام الهيدرولي، وهو:

مثال:

رافعة هيدروليكية، إذا علمت أن مساحة سطح المكبس الأول (1م) = (1 سم)²، ومساحة سطح المكبس الثاني (2م) = (30 سم)²، وإذا أثرت قوة مقدارها (20) نيوتن في سطح المكبس الأول، فأوجد مقدار الثقل الذي يمكن أن يرفعه المكبس الثاني.

الحل:

حسب قانون باسكال، فإن الضغط ينتقل بالتساوي في أجزاء الزيت جميعها، أي إن الضغط أسفل المكبس الأول هو الضغط نفسه أسفل المكبس الثاني.

$$\frac{\text{الضغط}}{\text{المساحة}} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}} \Rightarrow \text{ض} = \frac{ق}{م} \left(\frac{\text{نيوتن/سم}^2}{\text{سم}^2} \right)$$

$$\text{ض}_1 = \frac{1}{1^P} = \frac{20}{1} = 20 \text{ نيوتن/سم}^2$$

لكن $\text{ض}_1 = \text{ض}_2$ حسب قانون باسكال

$$\therefore \text{ض}_2 = 20 \text{ نيوتن/سم}^2$$

$$\text{لكن } \text{ض}_2 = \frac{1}{1^P} \Leftarrow \text{ق}_2 = \text{ض}_2 \times 2^M$$

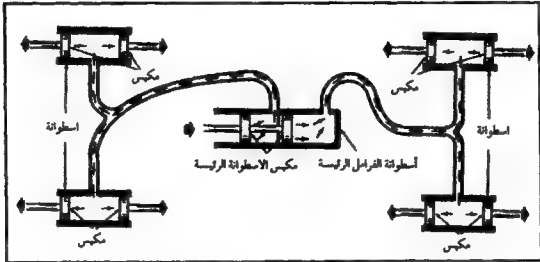
$$\text{ق}_2 = 20 \times 30 = 600 \text{ نيوتن}$$

نلاحظ أن القوة تضاعفت ثلاثون مرة، وهي نسبة مساحة سطح المكبس

الثاني إلى مساحة المكبس الأول.

مبدأ عمل الكابح الهيدرولي:

عند الضغط على دواسة القدم، تنتقل القوة إلى مكبسي المضخة الرئيسية، كما هو موضح في الشكل (12 - 3) فتدفع المكابس سائل الفرمامل من المضخة الرئيسية إلى مضخات العجلات، خلال أنابيب، فتدفع مكابس العجلات التي تؤثر في المادة الاحتكاكية للفرامل، ونتيجة للأحتكاك بين المادة الاحتكاكية والجزء الدائر، تقل سرعة الجزء الدائرة أو يتوقف، وتتوقف بذلك العجلات المثبتة على الجزء الدوار.



الشكل (12 - 3) مبدأ عمل الفرامل الهيدروليكية

ثانياً: نظام الفرامل (الكوابح) الهيدروليكية

تتنقل القوة من دعسة القدم إلى عجالات السيارات هيدروليكياً في أغلب السيارات والمركبات، وخاصة في سيارات ركوب الأشخاص، لأن هذا النظام ينقل القوى بكفاءة عالية ويوزعها على الفرامل بالتساوي.

1. وصف مكونات النظام وأجزائه:

تقسم الفرامل الهيدروليكية إلى قسمين رئيسيين هما:

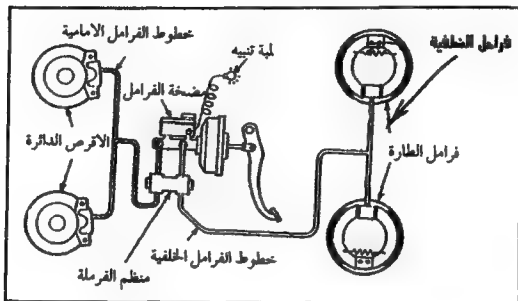
أ. فرامل الطائرة (الاحذية).

ب. فرامل القرص.

وتختلف فرامل الطائرة عن فرامل القرص في الوحدات الضمالية للعجلة، أما الأجزاء الأخرى، فهي نفسها ويتكون نظام الفرامل الهيدروليكي، كما يوضح الشكل (12 - 4) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- دواسة القدم.
- المضخة الرئيسية للفرامل.

- خطوط الفرامل.
- الفرامل الأمامية - فرامل القرص.
- الفرامل الخلفية - فرامل الطارة.

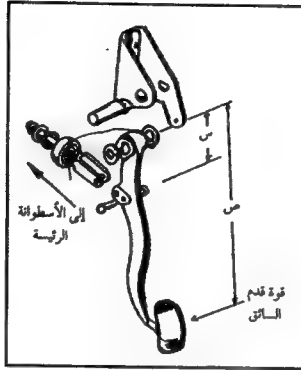


الشكل (12-4) أجزاء نظام الفرامل الهيدرولي

وفيما يأتي شرح لأجزاء النظام الهيدرولي للفرامل بالتفصيل.

(1) دواسة القدم:

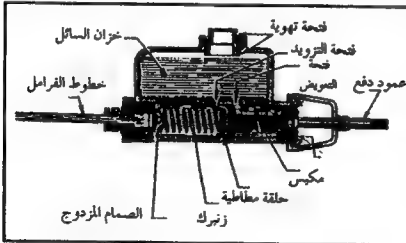
هي عتلة من النوع البسيط لمضاعفة القوة، وتركز من نهايتها العليا، أما نهايتها السفلى، فتؤثر فيها قوة قدم السائق، ويتصل ذراع القوة بالأسطوانة الرئيسية في نقطة تقارب ثلث طول العتلة الكلي، وإذا افترضنا أن $V_3 = 3$ ، فهذا يعني أن قوة قدم السائق تتضاعف ثلاث مرات قبل أن تنتقل إلى الأسطوانة الرئيسية، كما يوضح الشكل (12-5).



الشكل (5-12) دواسة القدم في نظام الفرامل

ب) مضخة الفرامل الرئيسية:

تتركب المضخة الرئيسية من اسطوانة يتحرك بداخلها مكبس، ويركب خزان سائل الفرامل أعلى جسم المضخة، وتتركب حلقة جلدية للمكبس للحصول



على إحكام جيد بين المكبس والاسطوانة، كما تتركب في النهاية الخلفية للمكبس حلقة جلدية لمنع تسرب الزيت إلى الخارج، كما

الشكل (6-12): مضخة الفرامل الرئيسية

يوضح الشكل (12-6).

ويوجد أمام المكبس زنبرك، وظيفته إعادة المكبس إلى مكانه عندما يرفع السائق قدمه عن الدواسة، ويرتكز على الزنبرك من الأمام صمام مزدوج لخروج سائل الفرامل ورجوعه، يسمح بخروج الزيت من فتحة الخروج في مقدمة المضخة إلى خطوط الفرامل أثناء الضغط على دواسة القدم، ويسمح برجوع الزيت ببطء عند رجوع المكبس، ويصل بين دواسة القدم والمكبس قضيب، تثبت إحدى نهايتيه بدواسة القدم، والنهاية الأخرى داخل تجويف المكبس من الجهة الخلفية.

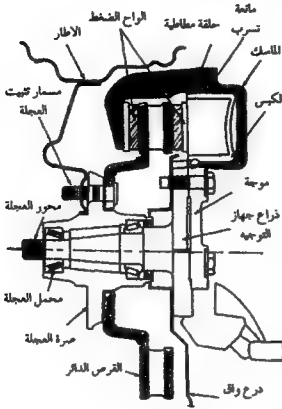
ويوجد نوعان من مضخات الفرامل الرئيسية، هما مضخة ذات المكبس الواحد والمضخة المزدوجة.

ج) خطوط الفرامل:

ينتقل سائل الفرامل من المضخة الرئيسية إلى المضخات الفرعية لكل عجلة بواسطة أنابيب وتستخدم خراطيم مقواه، لوصل خطوط الفرامل في الأجزاء التي تتعرض لحركة كثيرة، وتتحرك العجلات الخلفية للأعلى وللأسفل والعجلات الأمامية للأعلى وللأسفل والإنعطاف لليمين واليسار، لذلك لا بد من وجود وصلات مرنة من المطاط، لضمان وصول سائل الفرامل إلى المضخات الفرعية باستمرار.

د) فرامل القرص:

تستخدم فرامل القرص في معظم السيارات، وغالباً ما تستخدم في فرامل العجلات الأمامية، ويمتاز هذا النوع من الفرامل بالحصول على معدل تباطؤ عالٍ، لإيقاف السيارة في مسافة قصيرة ويحتاج هذا النوع من الفرامل إلى قوة كبيرة للتأثير على دواسة القدم بسبب صغر مساحة الاحتكاك بين الواح الضغط والقرص، لهذا، يستعان بجهاز القدرة (السيرفو) لمضاعفة هذه القوة.



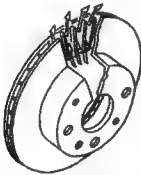
الشكل (7 - 12) فرائم القرص

وتتكون فرائم القرص كما هو مبين في الشكل (7-12) من الاجزاء الرئيسية الآتية:

- (1) الماسك: هو الجسم الخارجي، ويصنع من الحديد المطاوع، وفيه مكان للأسطوانة التي يتحرك داخلها مكبس للضغط على ألواح الضغط، التي تضغط على القرص للحصول على الفرملة، وتوجد داخل الماسك ممرات لمرور سائل الفرائم إلى الأسطوانة. وفي

بعض الأنواع، توجد أسطوانتان ومكيسان بدل أسطوانة واحدة ومكبس.

- (2) قاعدة الماسك: وهي التي يركب عليها الماسك، وتثبت على أذرع نظام التوجيه بواسطة براغي.



الشكل (8 - 12) القرص الدائر

- (3) القرص الدائر: يصنع عادة من حديد السكب، ويكون مصمماً فيه فتحات تهوية على محيطه، تساعد على تبريد سطح الاحتكاك كما يوضح الشكل (8-12)، ويثبت القرص على محاور الإطارات ويدور معها.

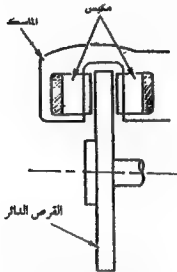
- (4) ألواح الضغط: هي ألواح مستطيلة الشكل تصنع من الحديد، وتثبت عليها المادة الاحتكاكية بواسطة اللصق، وقد تثنى أطرافها لتعطي صوتاً مميزاً لتنبيه السائق عند اهتراء المادة الاحتكاكية، وتستخدم حديد الدوائر الكهربائية، إذ تعطي ضوءاً أحمر على لوحة البيان (التابلو) عند اهتراء المادة الاحتكاكية، وتكون المادة الاحتكاكية ذات سطح مستو، أو فيه مجار لتفادي، تشققها نتيجة ارتفاع درجة حرارتها، وتسهلاً للتخلص من المواد الناتجة من اهترائها.
- (5) وتركيب ألواح الضغط عن طريق مجار خاصة في الماسك، وتثبت في أماكنها بواسطة مسامير، أو بطرائق أخرى للحد من حركتها داخل الماسك، ولضمان الخلو المناسب بينها وبين القرص في حالة عدم الفرملة.

عمل كوابح (فرامل) القرص:

يستعمل في فرامل السيارات نوعان رئيسان من فرامل القرص ولكل منها طريقة عمله:

1. فرامل القرص ذات الماسك الثابت:

يوجد في هذا النوع مكبس واحد أو أكثر، للضغط على قرص من كل جهة، وعند الضغط على دواسة القدم، ينتقل الضغط بواسطة سائل الفرامل إلى الماسك، وينتقل هذا الضغط إلى المكابس، التي تدفع ألواح الضغط باتجاه القرص الدائرة لتلامسه، كما يبين الشكل (12 - 9).

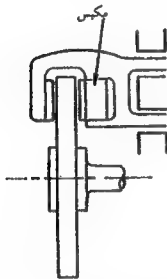


الشكل (12-9) فرامل القرص ذات الماسك الثابت.

ونتيجة للاحتكاك بين المادة الاحتكاكية على ألواح الضغط والقرص الدائر يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران، وهذا يؤدي إلى تباطؤ السيارة أو وقوفها.

عند زوال الفرملة، تعود المكابس إلى وضعها الطبيعي، حيث يحافظ على خلوص محدد بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر.

2. فرامل القرص ذات الماسك المتحرك:



الشكل (12-10) فرامل القرص ذات الماسك المتحرك

يتكون هذا النوع من مكبس واحد داخل اسطوانة في الجهة الداخلية للماسك، ولوحى ضغط على سطحي القرص، ويثبت الماسك، ليسمح له بالحركة الجانبية للداخل والخارج عند تأثير الفرملة أو زوالها، كما يوضح الشكل (12-10).

وعند الضغط على دواسة القدم ينتقل الضغط الهيدروليكي إلى اسطوانة الفرملة، ويؤثر في اتجاهين، الأول يؤثر في المكبس ليدفع لوح الضغط الداخلي باتجاه السطح الداخلي للقرص، بينما

يؤثر في اتجاه الآخر في قاعدة الاسطوانة ليدفع الماسك باتجاه معاكس لحركة المكبس، ونتيجة لهذه الحركة، يتلامس لوح الضغط الخارجي مع السطح الخارجي للقرص، ونتيجة للاحتكاك بين المادة الاحتكاكية على ألواح الضغط وسطحي الماسك، يتباطأ القرص أو يتوقف عن الدوران، فتتوقف السيارة.

خصائص فرائل القرص:

1. الحصول عل فرملة جيدة دائماً، بسبب سهولة التخلص من الحرارة، بواسطة الاشعاع، لأن معظم القرص معرض للمحيط الجوي.
2. لا يحصل أي تغير في الخلوص بين القرص والبطانة الاحتكاكية، لأن القرص يتمدد قطعياً بالحرارة، أما في فرائل الاحذية فيزداد الخلوص بين البطانة الاحتكاكية والطاردة عندما تتمدد الطارة قطعياً بارتفاع درجة الحرارة.
3. قدرة كبيرة على التخلص من قطرات الماء عندما تبطل في الشتاء، وذلك لخاصية القوة الطاردة المركزية.
4. سهولة الصيانة والإصلاح.

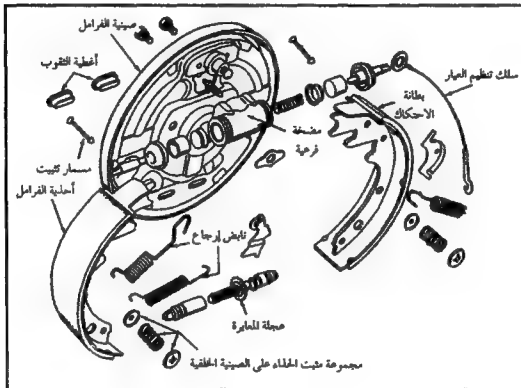
مساوئ فرائل القرص:

1. ارتفاع القوة الاحتكاكية اللازمة لعملية الفرملة نتيجة إرتفاع درجة الحرارة فيها كثيراً، لصغر المساحة النسبية بين بطانة الاحتكاك والقرص.
2. تنظيفها باستمرار من الأوساخ والرمال التي تؤدي إلى تآكل المادة الاحتكاكية سريعاً.
3. ارتفاع السعر.
- هـ) فرائل الطارة (الاحذية):

تتكون وحدة فرائل الطارة كما هو مبين في الشكل (12 - 11) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

(1) **مدينة الفرامل:**

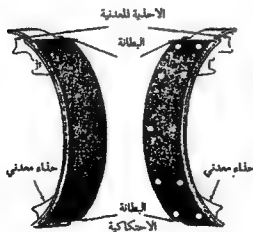
وهي قرص دائري من الحديد الصلب، يثبت عليها مكونات الوحدات
الضربية للعجلات، إذ تركب عليها أحذية الفرائل والمضخة الضربية وزنبركات
الأحذية ومسمار الميار ومسامير تثبيت الأحذية.



الشكل (12-11) أجزاء وحدة فرامل الطائرة

(2) أحذية القرامل:

تتكون من الأحذية المعدنية
والبطانة الاحتكاكية التي تثبت على
الأحذية بالتبشيم أو اللصق، كما
يوضح الشكل (12 - 12).



الشكل (12-12) أحنية الفرامل

وتكون الاحنية المعدنية والبطانة الاحتكاكية منحنية تأخذ شكل سطح الاحتكاك الدائري للطارة، وذلك لتأمين تلامس تام لأسطح الاحتكاك في أثناء عملية الفرملة، ويستخدم زوج من الاحنية لكل عجلة، وتستخدم نوابض ذات تصاميم مختلفة، للحفاظ على احنية الفرامل مشدودة الى صينية الفرامل، ولتبع اهتزازها بين الطارة والصينية.

تصنع البطانة الاحتكاكية من مواد عضوية، وهي خليط من الاسبستس ومواد عضوية مازجة، وتصنع بشكل الواح تحت تأثير الحرارة والضغط المناسبين، وبعد ذلك، تقطع وتثنى بالشكل والقياس المطلوبين ويدخل أحياناً في تركيبها أسلاك معدنية مثل النحاس.

وتصنع أيضاً من مواد معدنية، وتتكون من خليط من مسحوق الحديد أو النحاس والجرافيت ومواد عضوية مازجة ويضاف إليها زيت التزييت لمنع ترسبها، وتمزج جيداً ثم تضغط بواسطة آلات خاصة بالشكل المطلوب.

(3) زنبركات إعادة الأحنية؛

تميد هذه الزنبركات الاحنية الى مكانها بعيداً عن الطارة، بعد الانتهاء من عملية الفرملة، ويستعمل زنبرك أو إثنان في المجموعة الواحدة.

(4) المضخة الفرعية للفرامل؛

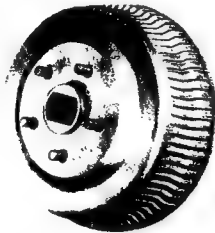
وهي جسم أسطواني يثبت بصينية الفرامل وتتصل المضخة الرئيسية بواسطة خطوط الفرامل، تدفع احنية الفرامل باتجاه الطارة في أثناء عملية الفرملة.

5) المطارة (المنبهر):

غطاء معدني يركب على السطح الخارجي لأحذية الفرامل، مع وجود خلوص قليل بينهما، وفي أثناء عملية الفرملة تضغط الأحذية لتتلامس سطح المطارة الداخلي، ونتيجة للاحتكاك بينه وبين بطانة الاحتكاك، تبتاط العجلة أو تتوقف عن الدوران، ويجب أن تتوافر في المطارة الشروط الآتية:

- أن تصنع من مواد ذات خواص احتكاكية جيدة.
- أن تصنع من مواد ذات معامل توصيل حراري عالٍ.
- أن تصنع من مواد متينة لتحمل الإجهادات المؤثرة فيها.
- أن يسمح الشكل الخارجي بنقل أكبر من الحرارة الناتجة من الاحتكاك.

لذلك، تصنع المطارة غالباً من حديد السكب أو الفولاذ، لضمان خواص احتكاكية جيدة، ولضمان المتانة العالية، وقد يصنع السطح الداخلي للمطارة من حديد السكب، والجزء الخارجي من الألمنيوم، لما يتصف به من خاصية جيدة لاشعاع الحرارة، ولزيادة المساحة المشعة للحرارة، تصمم من الخارج على شكل زعانف في بعض الأحيان، كما يوضح الشكل (12 - 13).



الشكل (12 - 13): المطارة

سائل الفرامل (زيت الفرامل):

يسمى السائل المستعمل في الفرامل الهيدروليكية سائل الفرامل أو زيت الفرامل، ويتكون غالباً من خليط من زيت الخروج والكحول، وأهم صفات هذا الزيت:

1. أن يكون خاملاً عضوياً
2. ألا يتأثر بارتفاع درجة الحرارة وانخفاضها.
3. ألا يكون له تأثير في القطع المطاطية.
4. ألا يساعد على تآكل أي قطعة من مجموعة الفرامل أو تأكسدها.
5. أن يزيل الأسطوانة الرئيسية واسطوانات المضخات.

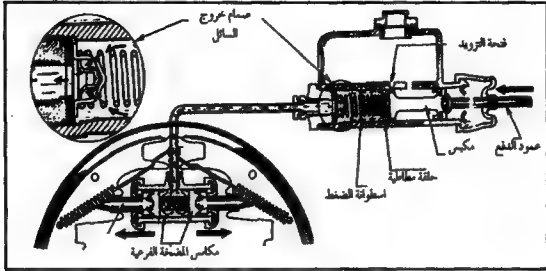
(2) العوامل التي تؤثر في فاعلية الكبح (الفرملة):

أهم العوامل التي تؤثر في فاعلية الفرملة هي:

- أ. مساحة بطانة الاحتكاك
- ب. مقدار الضغط المؤثر في أحنية الفرامل.
- ج. قطر الطارة.
- د. قطر عجلة السيارة.
- هـ. معامل الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق.

(3) عمل نظام الكوابح (الفرامل) الهيدروليكية وتشغيله:

عند الضغط على دواسة القدم، يتحرك مكبس المضخة الرئيسية داخل الاسطوانة إلى الامام، وتخلق فتحة التزويد، وعندما يتحرك إلى الامام مسافة طويلة، يفتح صمام الخروج، وينتقل ضغط سائل الفرامل إلى المضخات الفرعية خلال خطوط الفرامل، كما يوضح الشكل (12 - 14).



الشكل (12 - 14) عمل الكوابح الهيدرولية

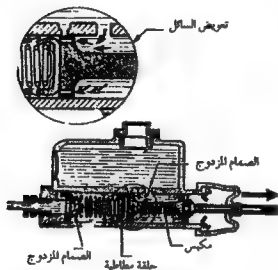
يؤثر ضغط سائل الفرامل في مكبس المضخة الفرعية لكل عجلة، فيتحرك المكبس داخل الأسطوانة إلى الخارج، وتتغلب قوة ضغط المكبس على قوة زنبركات إعادة الأحنية، وتدفع أحنية الفرامل باتجاه سطح الطارة الداخلي بقوة، تعتمد على الضغط الهيدرولي المؤثر في مكبس المضخة الفرعية للعجلة، ويعتمد الضغط الهيدرولي على مقدار القوة المؤثرة في دواسة القدم.

ونتيجة للاحتكاك بين سطح الطارة وبطانة الاحتكاك، وتخفض سرعة دوران العجلات، ثم يخفض الاحتكاك بين الاطارات وسطح الطريق سرعة السيارة ويوقفها عند الضرورة بأسرع وقت ممكن.

وعند زوال القوة من دواسة القدم، يقل الضغط الهيدرولي في المضخات الفرعية وخطوط الفرامل، فتسحب زنبركات المادة الاحتكاكية الأحنية بعيداً عن سطح الطارة الداخلي، وفي أثناء ذلك، تضغط الأحنية على مكابس المضخات الفرعية وتعيدها داخل أسطواناتها، نتيجة لذلك، يعود جزء من سائل الفرامل إلى المضخة الرئيسية خلال خطوط الفرامل.

وفي أثناء ذلك يعود مكبس المضخة الرئيسية إلى الخلف بعد زوال القوة بسرعة كبيرة نسبياً من سرعة رجوع سائل الفرامل، وتحدث خلخلة أمام المكبس، فيصحب ضغط سائل الفرامل في الخزان أعلى منه في المضخة لفترة قصيرة جداً،

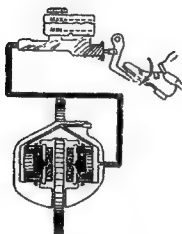
فتدخل كمية صغيرة من سائل الفرامل عن طريق فتحة التعويض، ثم الفتحات الدائرية في المكبس وحول الجلدة المطاطية للمكبس، التي تنكمش بسبب التخلخل، وهذا يسمح بمرور سائل الفرامل حولها، وبذلك، تكون المضخة جاهزة للاستعمال في حالة الفرملة المتتالية بسرعة، كما يوضح الشكل (12-15).



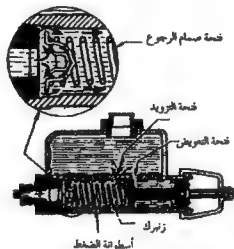
الشكل (12-15) مضخة الفرامل الرئيسية

وفي أثناء رجوع سائل الفرامل من خطوط الفرامل إلى المضخة الرئيسية، يمر خلال صمام رجوع سائل الفرامل، الذي يكون في مقدمة الاسطوانة، ويكون صمام خروج السائل ورجوعه مزدوجاً، الصمام الصغير وهو صمام الخروج، يفتح لخروج السائل من المضخة الرئيسية إلى خطوط الفرامل أما الصمام الكبير، وهو صمام الرجوع، فيفتح خلال رجوع السائل إلى المضخة الرئيسية، ويبقى مفتوحاً حتى يتغلب زنبرك إرجاع المكبس على ضغط السائل في خطوط الفرامل، ووظيفته الرئيسية المحافظة على نسبة محدودة من الضغط السائل في خطوط الفرامل، ليكون السائل جاهزاً لتلقي الضغط ونقله مباشرة ودون تأخير عند استعمال الفرامل، كما يبين الشكل (12-16).

تعمل فرامل القرص بالطريقة نفسها، فعند الضغط على دواسة القدم ينتقل ضغط سائل الفرامل الى مكابس الماسك، التي تدفع الواح الضغط باتجاه القرص الدائر، كما يوضح الشكل (12 - 17) وعند زوال القوة عن دواسة القدم، تعود المكابس الى الماسك الى وضعها الطبيعي بواسطة زنبرك، أو بواسطة ممانعة التسريب المطاطية، التي تعمل عمل الزنبرك.



الشكل (12 - 17) فرامل القرص



الشكل (12 - 16) صمام رجوع سائل الفرامل

4) طرائق معايرة عمل النظام وضبطه

1) معايرة عمل نظام فرامل القرص وضبطه

يتم معايرة الخلووس بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر تلقائياً، فعند عملية الفرملة تتمدد مانعة التسريب المطاطية مع حركة المكبس تجاه القرص الدائر، وعند زوال الفرملة بزوال الضغط الهيدروليكي، تعيد مانعة التسريب المطاطية ويضع زنبركي المكبس لوضعه الأصلي، حيث تحافظ على بقاء خلووس محدد بين المادة الاحتكاكية والقرص الدائر، كما يوضح الشكل (12 - 18).

(ب) معايرة فرامل الأحذية وضبطها:

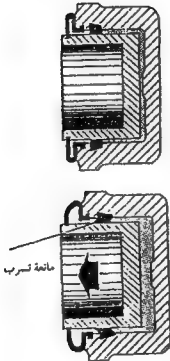
من الضروري معايرة الخلووس بين أحذية الفرامل والطارقة، حتى تتحقق أفضل نتيجة للتلامس والقبض عند الفرملة، وتوجد طريقتان للمعايرة والضبط هما:

1. يدوياً:

يتم توضيح هذه الطريقة في مشغل

ميكاني السيارات.

2. ذاتياً (تلقائياً):



الشكل (12-18) معايرة

فرامل القرص وضبطها.

تضبط الفرامل عند استخدامها أثناء

الرجوع للخلف في أغلب السيارات ذات الضبط

التلقائي، إذ تدفع المضخة الفرعية أحذية الفرامل

باتجاه الطيارة، ونتيجة دوران الطيارة للخلف

واستخدام الفرامل، تُحرك أحد الأحذية (الحذاء

المتصل مع عتلة الضبط رقم (13) في الشكل

(12-19) عتلة الضبط إلى الأسفل، فتدور

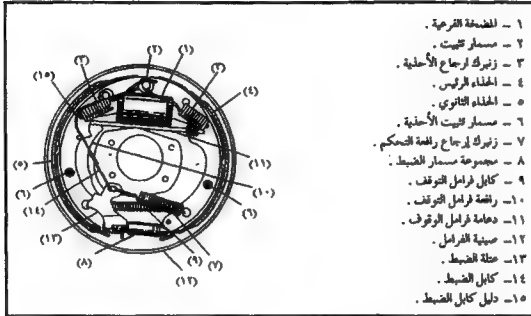
مجموعة مسمار الضبط باتجاه تقليل الخلووس

بين الطيارة ويطانات احتكاك الفرامل. انظر الشكل

(12-19) الذي يوضح أجزاء مجموعة الضبط

التلقائي.

تعمل مجموعة الضبط عند استعمال الفرامل خلال السير للأمام في بعض أنواع من السيارات، وفي أنواع أخرى، تعمل المجموعة عند استعمال الفرامل اليدوية (فرامل التوقف).



الشكل (12 - 20) أجزاء مجموعة الضبط الذاتي

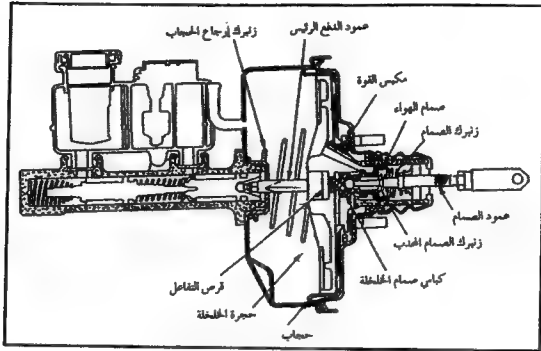
ثالثاً، نظام الفرامل (الكوابح) ذو القوة المساعدة (سيرفووييك)

للحصول على قوة فرملة كبيرة، تستخدم أنواع من الفرملة مزودة بأجهزة، تكون وظيفتها مساعدة السائق عند الوقوف، وتعتمد هذه الأجهزة على ضغط الهواء والخلخلة، فعند استخدام السائق الفرامل، يولد الهواء والخلخلة معظم القوة اللازمة، وتسمى الفرامل، التي تزود بهذه الأجهزة المساعدة في عمليات الوقوف بجهاز الفرامل ذا القوة المساعدة (السيرفو).

1) مكونات النظام وأجزائه:

يتكون نظام الفرامل ذو القوة المساعدة، كما يبين الشكل (12 - 21) من

الأجزاء الرئيسية الآتية:



الشكل (12 - 21) أجزاء نظام الفرامل ذو القوة المساعدة

- عمود الصمام.
- صمام الرجاء.
- صمام الخلخلة.
- مكبس القدرة (الصفحة المعدنية).
- حجاب مطاطي.
- زنبرك إعادة الحجاب.
- عمود الدفع الرئيس.
- قرص التفاعل.

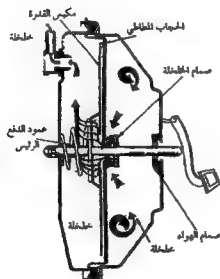
(2) طريقة عمل النظام وتشغيله:

في حالة عدم تشغيل الفرامل، تكون الخلخلة الناتجة من الضغط في مجمع السحب للمحرك على جانبي مكبس أو حجاب مطاطي في وحدة المساعدة (السيرفو).

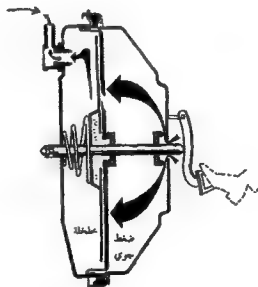
وعند الضغط على دواسة القدم يفتح صمام الهواء، ويسمح بدخول الهواء الجوي إلى الجهة اليمنى من مكبس القدرة، وفي الوقت نفسه، يفلق صمام الخلخلة، لمنع انتقال الخلخلة إلى منطقة الضغط الجوي، كما يوضح الشكل (12 - 22) وتؤثر في الجهة اليسرى خلخلة، فيتحرك المكبس أو الحجاب باتجاه الخلخلة، وتولد هذه الحركة معظم الضغط المؤثر في عمود المضخة الرئيسية، وينتقل هذا الضغط إلى مكبس المضخة الرئيسية المملوءة بسائل الفرامل، ثم ينتقل ضغط سائل الفرامل خلال خطوط الفرامل إلى المضخات الفرعية للمجالات.

وعند رفع القدم عن الدواسة، يفلق صمام الهواء الجوي، ويفتح الخلخلة كما يوضح الشكل (12 - 23)، وتسحب كمية الهواء من منطقة الضغط في أثناء شوط السحب للمحرك، فيتعادل الضغطان على جانبي المكبس أو الحجاب، وعند ذلك يعيد الزنبرك المكبس والحجاب إلى حالته الطبيعية قبل عملية الفرملة.

ويشعر قرص التفاعل في بداية الفرملة السائق أن الفرملة الفعلية قد بدأت، ويتم ذلك عندما يتحرك المكبس والحجاب إلى الامام فيصطدم بالقرص ويشعر السائق بذلك.



الشكل (12 - 23) عمل النظام عند
تحرير الفرملة



الشكل (12 - 22) عمل النظام عند
عملية الفرملة

رابعاً: نظام الفرمال (الكوابح) اليدوي

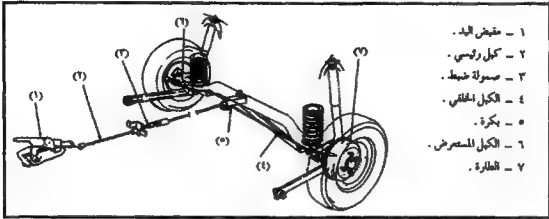
غالباً ما يشغل هذا النوع من الفرمال بوساطة اليد، لذلك، سميت بالفرمال اليدوية، وأحياناً، تشغل بالقدم بوساطة دواسة قدم جانبية.

وتحافظ فرمال اليد على بقاء السيارة في حالة السكون عند الوقوف، وتكون مستقلة عن الفرمال الهيدروليكية، لهذا، تستعمل لاييقاف السيارة في حالات الطوارئ، عند إخفاق الفرمال الهيدروليكية، وهناك نوعان رئيسان لفرمال اليد، هما:

1) كوابح (فرمال) اليد غير المستقلة

يستخدم في أغلب السيارات الحديثة، ولوجود أجزاء مشتركة مع نظام الفرمال الهيدرولي، سميت فرمال اليد غير المستقلة، فمثلاً، تدفع فرمال اليد أحذية الفرمال باتجاه الطارة بوساطة أسلاك ووصلات ميكانيكية، بينما تدفع الفرمال الهيدرولية الاحذية نفسها باتجاه الطارة هيدرولياً، وغالباً، تكون الأجزاء المشتركة أحذية الفرمال والطارة، وتتكون فرمال اليد، كما يبين الشكل (12 - 24) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

- مقبض اليد.
- كابل رئيسي.
- صمولة ضبط.
- الكبل الخلفي.
- بكرة.
- الكبل المستعرض.
- الطارة.
- أحذية الفرمال.



الشكل (12-24) الفرامل اليدوية

(2) كوابح (فرامل) اليد المستقلة:

لا توجد أجزاء مشتركة مع نظام الفرامل الهيدرولي، لهذا، سميت المستقلة، ويحتوي على زوج من أحذية الفرامل تثبت على صينية خاصة غير متحركة، أما الطارة، فتثبت على عمود النقل، وتنتقل القوة إلى أحذية الفرامل بواسطة أسلاك معدنية ووصلات ميكانيكية، تدفع أحذية الفرامل باتجاه الطارة، لمنعها من الدوران.

خامساً: مضخات الفرامل (الكوابح):

تشكل المضخات العمود الفقري لنظام الفرامل الهيدرولي، لما تقوم به من مهمات أساسية في عمل الفرامل.

(1) أنواعها:

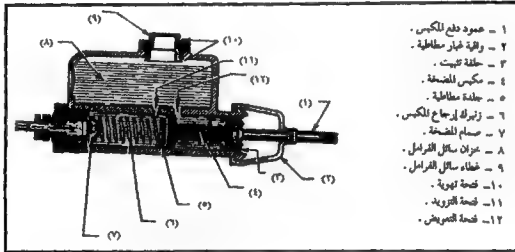
تقسم المضخات المستعملة في نظام الفرامل الهيدرولي إلى قسمين رئيسيين هما المضخات الرئيسية والمضخات الفرعية وسنتطرق بالتفصيل لهذه الأنواع ومبدأ عملها.

(أ) المضخة الرئيسية ذات المكبس الواحد:

تتكون هذه المضخة، كما يبين الشكل (12 - 25) من الأجزاء الآتية:

- عمود دفع المكبس - واقية غبار مطاطية - حلقة تثبيت
- مكبس المضخة - جلدة مطاطية - زنبرك إرجاع المكبس
- صمام المضخة - خزان سائل الفرامل - غطاء سائل الفرامل
- فتحة تهوية - فتحة التزويد - فتحة التعويض

ولقد درست مبدأ العمل في هذه الوحدة سابقاً.

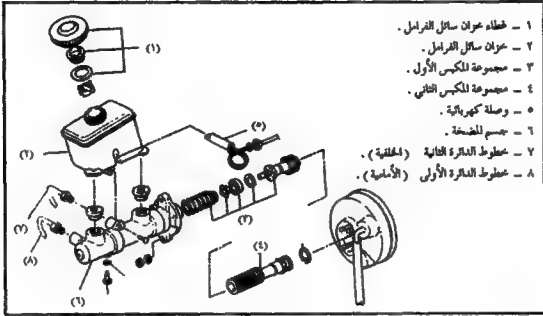


الشكل (12 - 25) المضخة الرئيسية ذات المكبس الواحد

(ب) المضخة الرئيسية المزدوجة ذات المكبسين

يستخدم هذا النوع في أنظمة الفرامل في السيارات في الوقت الحاضر بكثرة، وتكون، كما هو مبين في الشكل (12 - 26)، من الأجزاء الآتية:

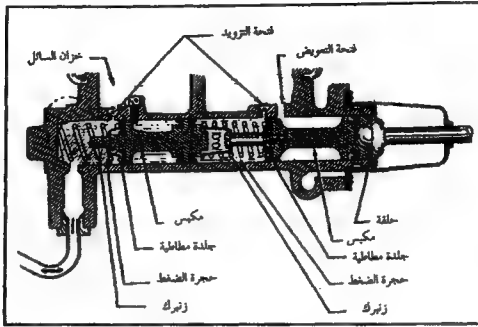
- غطاء خزان سائل الفرامل - خزان سائل الفرامل
- مجموعة المكبس الأول - مجموعة المكبس الثاني
- وصلة كهربائية - جسم المضخة
- خطوط الدائرة الأولى (الأمامية) - خطوط الدائرة الثانية (الخلفية)



الشكل (12 - 26) المضخة الرئيسية المزدوجة

مبدأ عمل المضخة:

نلاحظ أنه يوجد في هذا النوع من المضخات خزانان لسائل الفرامل، ومكبسان وذبذبان يعمل كلاهما مستقلاً عن الآخر، إذ يزود المكبس الأول دائرة العجلات الأمامية بالضغط، والمكبس الثاني يزود العجلات الخلفية، كما يوضح الشكل (12 - 27) وهذا يعني أن كل دائرة تعمل منفصلة عن الدائرة الأخرى، والغرض من هذا أنه في حالة إصابة إحدى الدوائر بعطب، لا تتأثر الدائرة الأخرى، ويمكن بوساطتها إيقاف السيارة بعكس المضخة ذات المكبس الواحد، التي إذا حصل تسرب في نظام الفرامل أو أي عطل، فإن ذلك يؤدي إلى تعطيل الفرملة كاملاً.



الشكل (12 - 27) عمل مضخة المزوجة

لزيادة الأمان، ولضمان وجود فرملة باستمرار، هناك ثلاثة أنواع من الدوائر الفرملية:

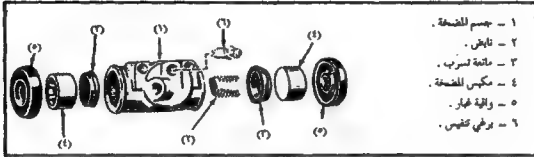
1. يزود أحد مخارج المضخة خطوط العجلات الأمامية، والمخرج الآخر يزود العجلات الخلفية.
2. يزود أحد مخارج المضخة خطوط العجلات الأربعة، والمخرج الآخر يزود العجلات الأمامية فقط.
3. يزود كل مخرج خطوط الفرملة لثلاث عجلات: الأماميتين وواحدة خلفية، والخلفيتين وواحدة أمامية.

(ج) المضخات الفرملية (مضخة العجل):

هي جسم أسطواناني يثبت بصينية الفرامل، تتصل بخطوط الفرامل مع المضخة الرئيسية للفرامل، وتتكون كما يبين الشكل (12 - 28) الأجزاء الآتية:

- جسم المضخة.

- نابض.
- مانعة تسرب.
- مكبس المضخة.
- واقية غبار.
- براغي تنفيس.



الشكل (12 - 28) المضخة الفرعية

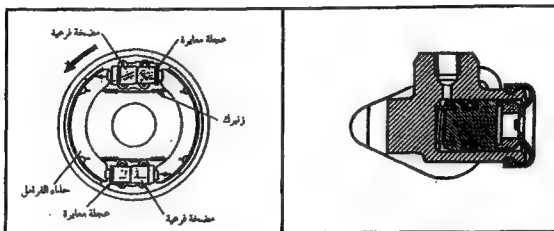
مبدأ عمل المضخة:

عند الضغط على دواسة القدم، يندفع سائل الفرامل من المضخة الرئيسية إلى المضخة الفرعية خلال خطوط الفرامل، فيرتفع ضغط سائل الفرامل في المضخة الفرعية، ويتحرك المكبس (أحياناً مكبس واحد) ضد ضغط زنبركات الأحذية، وتدفع المكابس أحذية الفرامل باتجاه الطارة، فتحصل عملية الفرملة.

وعندما يقل ضغط سائل الفرامل، نتيجة رفع السائق قدمه عن دواسة الفرامل، تتغلب زنبركات الأحذية على ضغط السائل، ويعود المكبس إلى الداخل، وتبتعد أحذية الفرامل عن الطارة، فتبطل عملية الفرملة، وتصبح الطارة حرة في دورانها، وتوجد عدة أنواع من المضخات الفرعية وأهم هذه الأنواع:

1. مضخة فرعية تدفع طرفاً واحداً من أحذية الفرامل، وتتكون من أسطوانة ومكبس، كما يوضح الشكل (12 - 29).

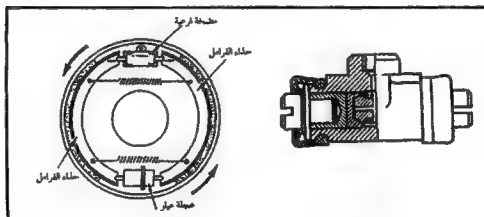
وتركيب عادةً مضختان من هذا النوع لكل عجلة، كما يوضح الشكل (12-30).



الشكل (10-30) مضختان فرعيتان
لعجلة واحدة.

الشكل (12-29) مضخة فرعية تدفع
طرفاً واحداً من الأحذية

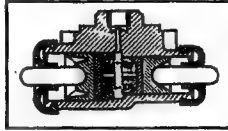
2. مضخة فرعية تدفع طرفي الحذاءين بالقوة نفسها، وتتكون من أسطوانة واحدة يعمل داخلها مكبسان باتجاهين متعاكسين، كما يوضح الشكل (12-31).



الشكل (12-31) مضخة فرعية تدفع طرفي الأحذية

3. مضخة فرعية تدفع طرفي الحذاءين ولكن بقوة لأحد الحذاءين تختلف عن الحذاء الآخر، فيستدعي ذلك قطر الاسطوانتين والمكبسين مختلفان، فيدفع

المكبس الكبير الحذاء الرئيس، ويدفع المكبس الصغير الحذاء الثانوي، كما يوضح الشكل (12-32).



الشكل (12 - 32) مضخة فرعية تدفع بقوتين مختلفتين

(2) أعطاب مضخات الفرامل وطرائق إصلاحها:

نتيجة للاستعمال المتواصل للفرامل، تتعرض المضخات إلى أعطاب مختلفة، لذلك يجب إصلاحها للقيام بمهامها ووظائفها باستمرار.

سادساً: أداء نظام الفرامل (الكوابح)

عند استعمال الفرامل فترة طويلة والسير في منحدر طويل، تتحول الطاقة الحركية للسيارة إلى طاقة حرارية لا تستطيع المادة الاحتكاكية الاحتفاظ بها، فتتسرب إلى قرص الفرامل ثم إلى المحيط الخارجي، وعند إزدياد كمية الحرارة المتولدة عن الاحتكاك على كمية الحرارة المتسربة، ترتفع درجة حرارة المادة الاحتكاكية والقرص، وهذا يؤدي إلى انخفاض معامل الاحتكاك بين سطوح الاحتكاك، وكلما انخفض معامل الاحتكاك، وجب زيادة الضغط على دواسة القدم لاتمام عملية الفرملة، وعندما يقل معامل الاحتكاك عن المعدل (0.3 - 0.5) تفشل الفرامل في عملية الفرملة، ويقال: أن الفرامل قد بلطت، أي أن سطحها أصبح مصقولاً وأملس.

1) الطاقة الحركية للسيارة:

إذا افترضنا أن الكتلة = ك، السرعة = ع، التسارع أو التباطؤ = ت.

$$\text{فإن طاقة الحركة} = \frac{1}{2} \text{ ك} \times \text{ع}^2 \text{ جول}$$

مثال:

سيارة كتلتها 1000 كيلو غرام، تسير بسرعة (72 كم/ساعة) ما طاقتها

الحركية؟

الحل:

$$\text{ع} = \frac{72000}{60 \times 60} = \frac{720}{36} = 20 \text{ م/ث}$$

$$\text{الطاقة الحركية} = \frac{1}{2} \text{ ك} \times \text{ع}^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1000 \times (20)^2$$

$$= (200000) \text{ جول.}$$

2) قوة الفرملة:

قوة الفرملة = الكتلة × عجلة التوقف (التباطؤ).

$$= \text{ك} \times \text{ت (نيوتن).}$$

مثال:

سيارة كتلتها 1000 كغ، سارت بسرعة 72 كم/ ساعة وعند استعمال الفرامل، تباطأت بمعدل 5 م/ث²، أوجد قوة الفرملة للسيارة.

(3) مسافة الفرامل:

هي المسافة التي تقطعها السيارة من بداية تأثير الفرامل حتى الوقوف التام.

يتم حساب مسافة الفرامل من القانون الآتي:

$$v^2 = v_0^2 + 2ax$$

و بما أن السرعة النهائية تساوي صفراً.

$$0 = v_0^2 + 2ax$$

$$x = \frac{v_0^2}{2a} \text{ (متر)}$$

(تتغير إشارة الجمع الى الطرح في حالة التباطؤ)

أوجد مسافة الفرامل للمثال السابق:

$$x = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{20^2}{5 \times 2} = 40 \text{ متر}$$

(4) زمن الوقوف:

هو الفترة الزمنية بالتواني لمجموع زمن المعرفة وزمن الفرملة، ويعتمد على مقدار التباطؤ أثناء الفرملة.

زمن المعرفة:

هو الفترة الزمنية لتفكير السائق بالفرملة وبدء استعمال الفرامل.
ويختلف زمن المعرفة من شخص الى آخر ومعدله (0.8 – 1.2) ثانية، وليكن اعتباره (1) ثانية.

∴ زمن الفرملة:

هو الفترة الزمنية من بداية تأثير الفرامل لحين الوقوف التام.

$$\text{السرعة} = \text{الزمن} \times \text{التباطؤ} \quad (\text{م/ث})$$

$$\text{ع} = \text{ن} \times \text{ت} \quad (\text{م/ث})$$

$$\therefore \text{ن} = \frac{\text{ع}}{\text{ت}} \quad \text{ثانية}$$

مثال:

سيارة تسير بسرعة 72 كم/ساعة، وعند استعمال الفرامل، تباطأت بمعدل 5 م/ث² أوجد مقدار زمن الايقاف.

الحل:

$$\text{زمن الفرملة} = \frac{\text{السرعة}}{\text{التباطؤ}} \quad (\text{ثانية})$$

$$\text{السرعة} = \frac{72000}{60 \times 60} = \frac{720}{36} \quad \text{م/ث} \quad 20$$

$$\text{زمن الوقوف} = \frac{20}{5} = 4 \text{ ثانية.}$$

∴ زمن الوقوف = زمن المعرفة + زمن الضرملة. (ثانية)

$$5 = 4 + 1 =$$

(5) مسافة الوقوف:

هي المسافة الفعلية التي تحتاج إليها السيارة للوقوف، وتساوي مسافة الضرملة مضافاً إليها مسافة المعرفة.

مسافة المعرفة: هي المسافة التي تقطعها السيارة أثناء تفكير السائق باستعمال الضراكل في زمن المعرفة.

$$\text{مسافة الوقوف} = \text{مسافة المعرفة} + \text{مسافة الضرملة}$$

$$\text{مسافة المعرفة} = \text{السرعة} \times \text{زمن المعرفة}$$

مثال:

سيارة تسير بسرعة 110 كم/ساعة، وعند استعمال الضراكل، كان معدل التباطؤ 5 م/ث²، أوجد مسافة الوقوف.

الحل:

$$\text{السرعة} = \frac{1100}{36} = \frac{110000}{60 \times 60} = 30.5 \text{ م/ث}$$

$$\text{مسافة المعرفة} = \text{السرعة} \times \text{زمن المعرفة}$$

$$1 \times 30.5 =$$

$$30.5 \text{ م}$$

$$ع_2 = 2 + 2 \text{ ف (تباطؤ).}$$

$$\therefore ع_1 = 2 + 2 \text{ ف (تباطؤ).}$$

$$\frac{ع_2}{2} = \text{ف}$$

$$93 \text{ م} \approx \frac{30.5 \times 30.5}{5 \times 2} =$$

$$\text{مسافة الوقوف} = 93 + 30.5 = 123.5 \text{ م.}$$

أسئلة الوحدة الثانية عشر

السؤال الأول: ما هي العوامل المؤثرة في عملية الفرملة؟

السؤال الثاني: ما هو الغرض من استخدام المضخات الرئيسية المزدوجة.

السؤال الثالث: وضع بالرسم مكونات المضخة الفرعية لفرامل الاحذية

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الجواب الصحيح:

(1) رافعة هيدروليكية اذا علمت أن مساحة سطح المكبس الاول (1) سم² ومساحة سطح المكبس الثاني (30) سم² وأثرنا بقوة مقدارها (20 N) على سطح المكبس الاول فإن مقدار الثقل الذي يمكن أن يرفعه المكبس الثاني هو:

- | | |
|-----------|-----------|
| (أ) 200 N | (ب) 300 N |
| (ج) 400 N | (د) 600 N |

(2) القاعدة التي يعمل عليها نظام الفرامل هي:

- | | |
|-------------|-------------|
| (أ) انشتاين | (ب) ارخميدس |
| (ج) باسكال | (د) رنولد |

(3) عند الدوس على دواسة الفرامل كانت الدعسة اسفنجية والسبب:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| (أ) ضغط الرجل غير جيدة | (ب) وجود شوائب عالقة في الزيت |
| (ج) وجود هواء بالزيت | (د) نقص في الزيت |

4) عند الدوس على دواسة القدم هناك حذف في السيارة للجهة اليمنى فإن ذلك يدل على:

أ) إهتراء البطانة الاحتكاكية اليمنى

ب) إهتراء البطانة الاحتكاكية اليسرى

ج) إهتراء البطانة الاحتكاكية للجهتين

د) كل ما ذكر صحيح

5) مسافة الايقاف هي المسافة التي تقطعها السيارة:

أ) بعد التوقف ب) قبل التوقف

ج) لحظة التفكير بالتوقف د) لا شيء مما ذكر

6) سيارة تسير بسرعة 144 كم/ساعة عند استعمال الفرامل تباطأت بمعدل 5 م/ث² فإن زمن الايقاف يساوي:

أ) 4 ثواني ب) 6 ثواني

ج) 8 ثواني د) 15 ثانية

7) سيارة كتلتها 500 كغم سارت بسرعة 36 كم/ساعة عند استعمال الفرامل تباطأت بمعدل 2.5 م/ث² فإن قوة الفرملة هي:

أ) 2000 نيوتن ب) 2500 نيوتن

ج) 4000 نيوتن د) 5000 نيوتن

الوحدة الثالثة عشر

منظومة الكبح

المانعة للقفل

ABS

الوحدة الثالثة عشر "منظومة الكبح المانعة للقفل ABS"

مقدمة:

من الظواهر الفيزيائية الثابتة لعملية الكبح هو أن مسافة التوقف غالباً ما تكون أقصر في حالة عدم قفل العجلات بالمقارنة مع حالة القفل. كذلك من المعروف أن قفل العجلات أثناء الكبح الاضطرابي يسبب فقدان الكثير من الاستقرار والاتجاهية والمقودية للمركبة.

من كل ما تقدم نبعت فكرة المكابح المانعة للقفل اي التي تتمتع قفل العجلات أثناء عملية الكبح وخاصة في حالات الطوارئ.

ان هذا النوع من المنظومات هي ليست جديدة، حيث ان جميع الطائرات المدنية والحربية مزودة بها. وأول مرة استخدام فيها هذا النوع من المكابح في السيارات كان عام 1966 في سيارات جنسن. بعد ذلك استخدم في سيارات مرسيدس عام 1970 كجهاز اختياري (OPTION) لثمنه الباهض. وفي الاعوام القليلة الماضية استخدم هذا النظام (ABS) {وللمدقة فان ABS هو اختصار للمصطلح الالمانى (ANTI BLOKER SYSTEM)} في العديد من سيارات الصالون كاختياري والبعض منها استخدم من ضمن المواصفات الاعتيادية (STANDARD).

منذ نهاية الستينات حيث كانت الكلفة عالية جداً والاجهزة المستخدمة معقدة نوعاً ما، حدث الكثير من التطور على منظومة الكبح الذي نتج عنه منظومات اقل تعقيداً وأقل ثمناً نسبياً والفضل في ذلك يعود الى التقنيات الحديثة وخاصة في مجال الحاسبات المايكروية وأنظمة السيطرة.

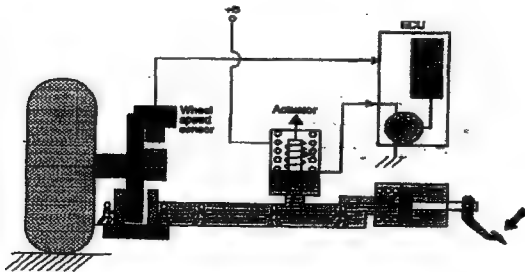
مبدأ عمل المنظومة:

أن مبدأ منع القفل يستند على النظرية القائلة بأن أية عجلة مكبوحة يجب ان تمنع من الانزلاق (SLIDING) بواسطة تنظيم او تعديل (MODULATING) ضغط المكبح وذلك بتسليط وإزالة الضغط (ON/OFF) بشكل متناوب بحيث بقدر الامكان يكون قريب من الحدود المفروضة بواسطة الاحتكاك على سطح الطريق.

ان ذلك يتم عن طريق منظومة إلكترونية تتكون مما يلي:

1. مجس سرعة العجلة (WHEEL SPEED SENSOR):

يتألف مجس العجلة من حلقة نبض مسننة تشبه الترس (شكل (13 - 1)) ولاقطه حثية لسرعة العجلة. ان حلقة النبض تكون مثبتة على صرة العجلة. فعند دوران العجلة فانها تحدث في لاقطة سرعة العجلة فولتية متناوية التي ذبذبتها تتناسب مع سرعة العجلة.



شكل (13 - 1)

2. المسيطر الالكتروني (ELECTRONIC CONTROLLER):

ان المسيطر الالكتروني يكون عادة ذو تصميم رقمي (DIGITAL) ويحوي العديد من الحاسبات المايكروية من اشارات لاقطات سرعة العجلات تحسب هذه الحاسبات المايكروية سرعة العجلات اضافة الى تعجيلها.

ان سرعة مصدرية للمركبة يتم الحصول عليها من سرعتي عجلتين متعاكستين قطريا وبهذه السرعة المصدرية والسرع المنفردة لكل عجلة يصبح بالامكان حساب انزلاق الكبح لكل عجلة. اثناء عملية الكبح، اذا كانت هناك عجلة عندها استعداد للقفز، فان هذا يستنتج من اشارات تعجيل العجلة والانزلاق. في مثل هذه الحالة فان الحاسبات المايكروية تمد بالطاقة (ENERGIZES) مفاتيح صمامات معدلات الضغط التي تسيطر على ضغط الكبح في الاسطوانات المنفردة للعجلات. ان المسيطر الالكتروني يحوي برنامجا شاملا لكشف الاخطاء ضمن كامل المنظومة (مجسات سرعة العجلات، المسيطر، صمامات تعديل الضغط، وشبكة الاسلاك). في حال كشف الاخطا ما فان المسيطر يفتح (-SWTTCHES OFF) الجزء العاطل في المنظومة. هذا يبين بواسطة مصباح تحذير. وفي نفس الوقت تبقى منظومة الكبح الاساسية في حالة اشتغال تام. كذلك بالامكان فتح او تشغيل (SWITCH-ON) خاصية تشخيص العطل الذاتية للمسيطر بواسطة الضغط على زر. عندها تؤشر الدائرة العاطلة بواسطة مصباح تشخيص الاعطال الومضي.

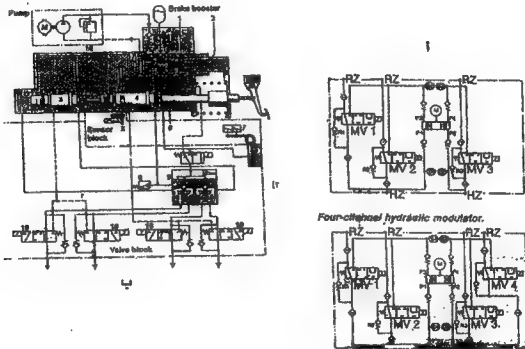
3. صمام تعديل الضغط الهيدروليكي:

(HYDRAULIC MODULATION VALVE):

يقوم هذا الصمام بتقليل ضغط زيت الكبح او منعه من التأثير او إعادة تأثيره حسب ما تمليه ظروف الكبح ونتيجة للاشارات الصادرة له من المسيطر.

يتكون صمام تعديل الضغط من حجرة مجمع (ACCUMULATOR) لكل دائرة سكبح (تقوم بخزن الفائض من زيت الكبح وقتيا خلال التشغيل الدوري) وصمامات تعمل بملف لولبي (SOLENOID VALVE) لكل جزء من المنظومة الهيدروليكية.

ان هذه الصمامات يمكنها توصيل اسطوانات العجلات بالاسطوانة الرئيسية او بمضخة الارجاع، او غلقها عن كميلها كما هو موضح بالشكل (شكل (13 - 2)) و(شكل (2 - 13)).



شكل (13 - 2) صمام تعديل الضغط

المسيطر الإلكتروني (Electronic Control):

إن المسيطر الإلكتروني يكون عادة ذو تصميم رقمي (Digital) ويحتوي العديد من الحاسبات المايكروية سرع العجلات إضافة الى تعجيلها.

إن سرعة مصدرية للمركبة يتم الحصول عليها من سرعتي عجلتين متعاكستين قطريا وبهذه السرعة المصدرية والسرعة المنفردة لكل عجلة يصبح بالإمكان حساب انزلاق الكبح لكل عجلة، أثناء عملية الكبح، إذا كانت هناك عجلة عندها استعداد للقفز فإن هذا يستنتج من إشارات تعجيل العجلة والانزلاق، في مثل هذه الحالة فإن الحاسبات المايكروية تمد بالطاقة (Energizes) مغايط صمامات معدلات الضغط التي تسيطر على ضغط الكبح في الاسطوانات المنفردة للعجلات.

إن المسيطر الإلكتروني يحوي برنامجا كاملا وشامل لكشف الأخطاء ضمن كامل المنظومة (مجسات سرعة العجلات، المسيطر، صمامات تعديل الضغط، وشبكة الأسلاك).

في حالة كشف خطأ ما فإن المسيطر يفلق الجزء المتعطل في المنظومة (Switche-off).

هذا يبين بواسطة مصباح، وفي نفس الوقت تبقى منظومة الكبح الأساسية في حالة تشغيل تام، كذلك بالإمكان فتح أو تشغيل خاصية تشخيص العطل الذاتي للسيطرة بواسطة الضغط على زر. عندها تؤثر الدائرة العاطلة بواسطة مصباح تشخيص الأعطال الومضي.

- نظام التحكم في الفرملة الدورانية CBC،

يعمل هذا النظام عندما يحدث فرملة للسيارة وهذا الذي يجعل السيارة في وضع عدم الاتزان، ويساعد في دوران السيارة حول نفسها، ولكن في وجود نظام CBC لن يحدث ذلك لأن النظام يتحكم في ضغط الزيت على كل عجلة وبالتالي يحافظ على اتزان السيارة.

- أهمية نظام الفرامل المانعة للقفل ABS:

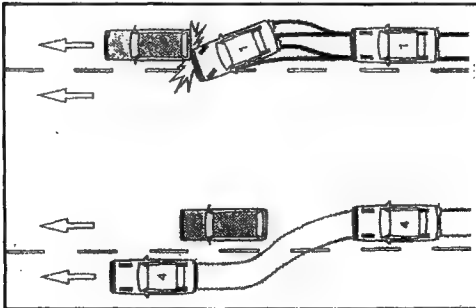
في السيارات القديمة كان الضغط على الدواسة فجأة يحدث عملية انغلاق عند توقف السيارة أما الى الأمام أو الى أي جهة وأحياناً تؤدي الى انقلاب السيارة والقضاء على السائق.

ومن هذه المشاكل التي عانى الناس منها فتمثلها حالات السيارات التالية:

- نظام الفرامل العادية وتمثلها السيارة (1)، الشكل (13 - 3).
- أما في حالة السيارة (4) فإنها تمثل نظام الفرامل المانعة للقفل.

حيث تكون السيطرة على السيارة في الحالة (1) صعب، وعند الفرملة السريعة (الضغط بسرعة على الدواسة) يعمل على توقف السيارة تماماً مما يؤدي الى انغلاق وحدوث اصطدام للسيارة.

أما في حالة السيارة (4) تكون السيطرة فيها سهلة حيث يحدث التوقف بالتناوب وفي فترة زمنية ومسافة أقل من الفترة الزمنية المسافة في حالة السيارة (1).



الشكل (13 - 3) وضع المركبات في حالة الفرامل العادية وفرامل ABS

مميزات نظام الفرامل المانعة للقفل:

1. الاستقرار والاتزان في قيادة المركبة من خلال معادلة تأثير القوى على العجلات الخلفية.
2. سهولة الاستدارة والانعطاف وذلك عن طريق التحكم في الضغط المؤثر على العجلات الأمامية.
3. منع الاهتزازات في أجزاء نقل الحركة للمركبة.
4. يتمتع هذا النظام بالسيطرة التامة على السيارة في الحالات الخطرة (ثلوج، أمطار، حصى).
5. إذا تعطل هذا النظام يمكن للسيارة العمل بنظام الفرملة العادي.
6. يعمل هذا النظام إذا استشعر أن العجلات على وشك القفل عند الدوران.
7. يمكن لهذا النظام التحكم في جميع العجلات منفردة.
8. التحكم بالمركبة أثناء الانعطاف.

التشويشات في الأنظمة المسيطرة المغلقة:

(DISTURBANCES IN THE CLOSED CONTROL LOOP):

ان نظام (ABC) يجب ان يأخذ بنظر الاعتبار التشويشات التالية:

1. الاختلافات في التلاصق بين الاطار والطريق المتسببة عن التغييرات في سطح الطريق وإحمال العجلة، كمثال خلال الانعطاف.
2. عدم الانتظام في سطح الطريق الذي يسبب اهتزاز العجلات والمحاور.
3. عدم انتظار الدرية الاطار وهسترة الكبح .
4. الانتقال الى سطح الطريق متجانس له معامل قوة كبح عالية بعد الكبح على سطح طريق غير متساوي فيه معامل قوة الكبح (اختلاف في الالتصاق بين الجهة اليمنى واليسرى).

معييار نوعية السيطرة لمنظومة ABS:

المعايير التالية يجب ان تتحقق بواسطة انظمة كبح منع القفل الكفوءة :

1. الابقاء على استقرارية القيادة من خلال توفير قوى دليلية عرضية ملائمة في المجالات الخلفية.
2. الابقاء على قابلية الاستدارة بتزويد قوى دليلية عرضية ملائمة في العجلات الامامية.
3. تقليل مسافة التوقف بالمقارنة مع حالة قفل العجلات من خلال الاستفادة المثلى من الالتصاق بين الطريق والاطارات.
4. التطابق السريع لقوة الكبح لمختلف معاملات الالتصاق.
5. ضمان ساعات سيطرة منخفضة لعزم الكبح لمنع الاهتزازات في اجهزة نقل الحركة.

التصاميم المختلفة لمنظومات (ABSSYSTEM VARIANTS):

(الشكل رقم (13 - 2)) يوضح سبعة تصاميم مختلفة لمنظومات منع القفل والتي ستوصف حسب عدد القنوات والمحسات:

1. منظومة القنوات الاربعة ذو السيطرة الفردية لكل عجلة 1 في (13 - 2):

عند الكبح على طريق ذو سطحين مختلفي معامل الاحتكاك (على جانبي المركبة)، فان عزم الانعراج (YAW)، اي العزم حول المحور العمودي، سيكون كبير جداً بحيث استقرارية الدفع سوف لن تضمن بشكل مناسب، هذه المنظومة تسمح لسيطرة مكابح العجلات الخلفية ان تحول الى اختيار المنظومة الاسلوب الواطئ وبالعكس (SWITCHED TO LOW MODE).

2. منظومة القنوات الاربعية ذات دوائر الكبح المنفصلة قطريا (منظومة رقم (2) في الشكل (13 - 2))؛

في هذه الحالة، العجلات الامامية يسيطر عليها كل على حدة لكن العجلات الخلفية يسيطر عليها سوية بواسطة اختيار الطريقة الواطئة (SELECT - LOW METHOD).

ان العجلة الخلفية ومعامل التلاصق تحددان ضغط الكبح المسلط سوية لكلا العجلتين الخلفيتين بسبب دوائر الكبح المنفصلة قطريا، في هذه المنظومة كما في المنظومات التي تلي فانه يتطلب وحدتي صمام في العجلات الخلفية.

3. منظومة القنوات الثلاثة رقم (3) في الشكل (13 - 2))؛

عند الكبح على طريق يختلف معامل تلاصق سطوحها على جانبي المركبة فان عزم الانعراج يقل الى حد ما بحيث سيارات الصالون، ذات البعد الطويل بين المحورين وذات عزم كتلة قصور ذاتي عالي حول المحور العمودي، يمكنها السيطرة على هذا الموقف الكبحي بشكل حسن ايضا. بينما سيارات الصالون، ذات البعد القصير بين المحورين وعزم كتلة قصور ذاتي واطئ، على اية حال، تحتاج الى تأخير الكتروني لزيادة عزم الانعراج.

عند الكبح على طريق ذو سطوح منفصلة معامل الالتصاق، هذا يسبب تأخير في ارتفاع عزم الكبح في العجلة الامامية ذات المعامل الاعلى للتلاصق. مما يعطي السائق وقت مناسب لتصحيح عزم الانعراج بالحركة المطلوبة للمقود. كلتا هاتين النسختين من المنظومة رقم (3) تفي بجميع متطلبات استقرارية لدفع (DRIVING)، المقودية (STEERABILITY)، والتباطؤ.

4. المنظومات ذو القناتين (المنظومات رقم (4.5.6)):

في المنظومتين رقم (4) ، ورقم (5)، عند اختيار الاسلوب العالي (HIGH MODE) – العجلة الامامية ذات معامل الالتصاق الاعلى هي التي تحدد ضغط الكبح المسلط سوية لكلا العجلتين الاماميتين، فان المقودية واستقرارية الدفع على طريق ذو سطوح مختلفة المعاملات تتأثران بضرارة. اذا كبرت العجلات الامامية على طريق ذو سطوح مختلفة معامل الالتصاق بعدها تصبح العجلات الامامية على سطح متجانس ذو معامل تلاصق عالي، فان قوة الكبح الكاملة، الناتجة عن معامل الالتصاق العالي، تزداد بشكل مفاجئ في العجلة التي كانت سابقا قد قفلت. هذا يتسبب بظهور عزم الانعراج عالي بشكل فجائي.

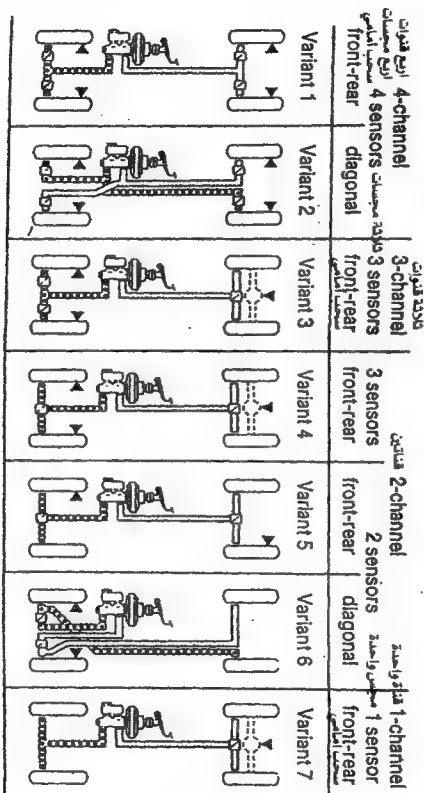
اما المنظومة رقم (6) فيمكن استخدامها فقط في حالة دوالر الكبح المنفصلة قطريا . في هذه المنظومة، ضغوط الكبح في العجلات الامامية مسيطر عليها بشكل فردي، بينما ضغوط الكبح في العجلات الخلفية هالسيطرة عليها تكون سوية. ان تأثير عزم الكبح (DRAG) من المحرك بتعشيق القابض (الفاصل) يعني ان المقودية غير كافية في حالة سيارات السحب الامامي، بينما استقرارية الدفع تكن غير مضمونة في سيارة الدفع الخلفي.

5. منظومة القناة الواحدة (منظومة رقم (7) في الشكل (13 – 2)):

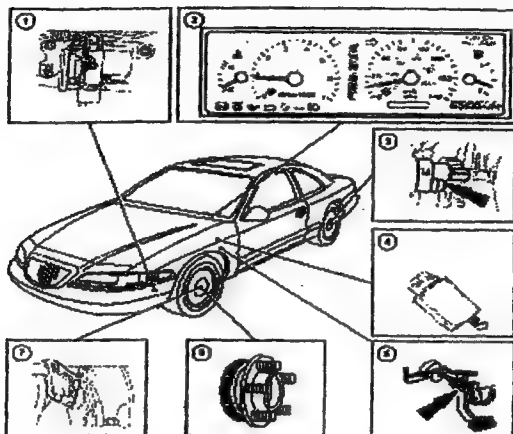
ان هذه المنظومة قادرة فقط على ضمان استقرارية الدفع في حالة الكبح عند السير للامام بخملا مستقيم وعلى طرق سطوحها متجانسة. لا يوجد مقودية ومسافات التوقف غير مثالية.

ABS system variants.

□ Control channel, ◀ Sensor, ▷ Sensor (alternative to sensor on differential)



الشكل (13-4)



الوصف	الرقم
وحدة التحكم الهيدروليكية الإلكترونية	1.
ضوء التحذير	2.
مجس فرامل ABS الخلفية	2.
وحدة كمبيوتر السيارة	4.
مجس موقع داسة الفرامل	5.
عجلة مجس ABS الأمامية	6.
مجس الفرامل الأمامية	7.

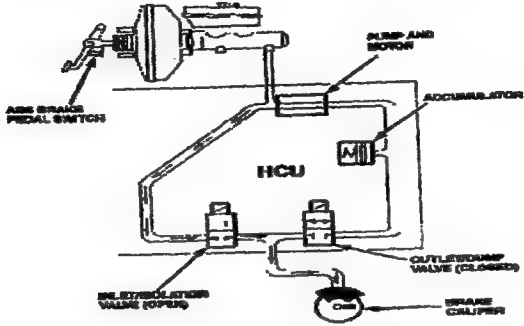
الوصف العام:

يتم التحكم في عمليات الـ ABS الحديث بواسطة وحدة كمبيوتر تدمى بوحدة التحكم الالكتروني.

- تقوم وحدة التحكم الالكتروني بقياس دوران دواليب السيارة بواسطة مجسات الكترونية.
- عندما تشعر وحدة التحكم الالكترونية (ECU) بأن احدى هذه الدواليب سوف يتوقف عن الدوران تقوم بأرسال إشارة الى وحدة التحكم الهيدروليكية بذلك.
- تستخدم وحدة التحكم الالكتروني سولونويد هيدروليكي لتيحكم في ضغط الزيت الواصل الى ذلك الدولاى من الاسطوانة الرئيسة.
- يتم تخفيف ضغط الزيت الواصل الى ذلك الدولاى ليمح باستمرار دورانه ويمع توقف أو إقفال الدولاى.
- يساعد نظام ABS السائق في زيادة التحكم في توجيه السيارة أثناء استخدام الفرامل.
- كما ان نظام الـ ABS يقوم بزيادة فعالية الفرامل ليؤدي الى توقف السيارة في مسافة أقصر في مختلف أنواع وظروف الطريق.

مبدأ عمل نظام الفرامل المانعة للإقفال (ABS):

- يقوم نظام الـ ABS بمنع إقفال دواليب السيارة عن طريق التحكم في ضغط الزيت الواصل الى تلك الدواليب.
- تختلف قوة الضغط على دواسة الفرامل حسب ظروف وطبيعة الطريق اللازمة لتشغيل نظام الـ ABS.
- الطريق الجافة تقوم بزيادة قوة الجر مما يؤدي الى الحاجة الى قوة فرملة اضافية لفضل العجلات.
- في مختلف انظمة الـ ABS فإن السائق يستشعر نبضات في دواسة الفرامل وارتفاع وانخفاض في الدواسة عند اشتغال نظام الـ ABS.



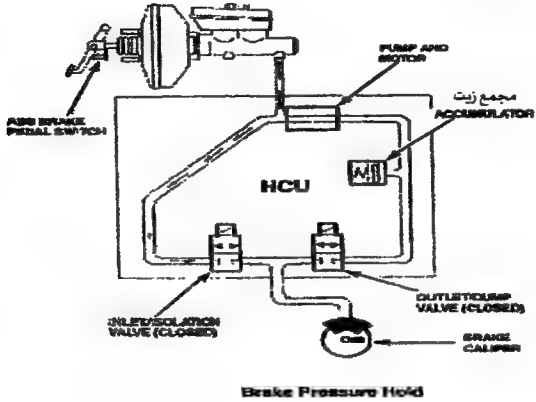
Normal Braking

توقف طبيعي

انماط عمل نظام الـ ABS:

1. الفرملة الطبيعية:

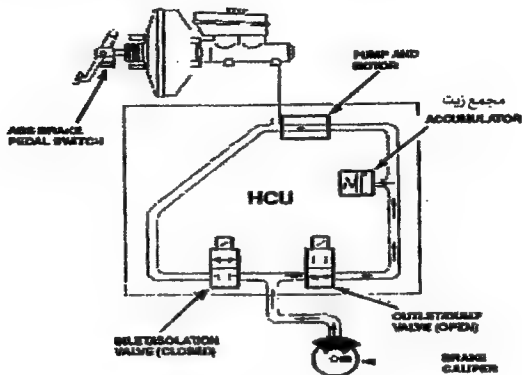
اثناء الفرملة الطبيعية فإن الفرامل تعمل بشكل طبيعي وكأنه لا يوجد نظام ABS وحيث أنه عند استخدام الفرامل بشكل طبيعي وكما هو موضح في الشكل أعلاه فإن قوة سائل الفرامل تنضغط من الاسطوانة الرئيسة الى السولونويد المفتوح طبيعياً في وحدة التحكم الإلكتروني ومن ثم إلى وحدة الفرملة السفلية على الدواليب تماماً كما في الفرملة العادية.



2. الاحتفاظ بضغط الفرامل:

أثناء قيام السائق بالضغط الشديد على الفرامل ليقيم بإقفال الفرامل فإن وحدة التحكم الإلكتروني تقوم بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الهيدروليكي:

- تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بتحديد الدولاب الذي يمكن أن يفضل قبل العجلات الأخرى.
- تقوم وحدة التحكم الإلكتروني بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الهيدروليكي.
- تقوم هذه الإشارة بتشغيل سولونويد الدخول (Inlet/Isolation valve) في وحدة التحكم الهيدروليكي ويعمل على إقفال مجرى السائل.
- عند إقفال سولونويد الدخول فإن ذلك يمنع وصول سائل إضافي إلى الدولاب ويبقى في وضع توقف عند السرعة التي وصل إليها.

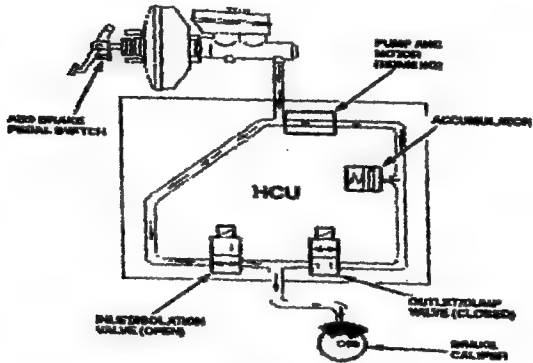


Brake Pressure Decrease

3. خفض ضغط الفرامل:

- بعد حبس الضغط على الدوLAB الذي يوشك أن يقل يقوم الكمبيوتر بمراقبة سرعة هذا الدوLAB عن طريق مجس سرعة الدوLAB.
- إذا استمرت سرعة الدوLAB الانخفاض بسرعة كبيرة فإن وحدة التحكم الالكترونية تقوم بإرسال إشارة إلى وحدة التحكم الهيدروليكية ليتم فتح صمام الخروج/ التنفيس ليسمح بتنفيس أو تخفيف الضغط عن هذا الدوLAB مما يسمح بزيادة سرعة هذا العجل.
- عندما تصل سرعة هذا الدوLAB إلى السرعة القريبة من سرعة الدوLAB الأخرى فإن الكمبيوتر يقوم بإقفال صمام الخروج وفتح صمام الدخول مما يسمح بدخول السائل مرة ثانية إلى هذا الدوLAB والبدأ بالفرملة من جديد.

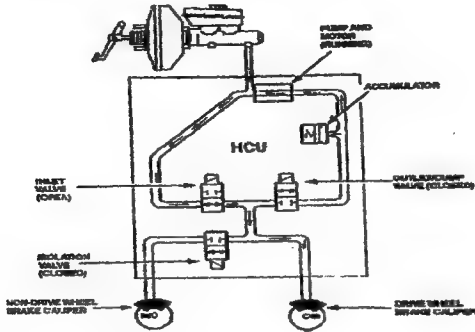
- تستمر هذه العملية من الفرملة وعدم الفرملة عدة مرات في الثانية بدون وجود خطر إقفال أي عجل دون العجلات الأخرى.
- تزداد وتقل عملية الإقفال وعدم الإقفال حسب طبيعة الأرض.
- في الأرض الجافة تتم هذه العملية مرة أو مرتين في الثانية في حين في الأرض الزلقة مثل الجليد قد تصل الى 12 مرة في الثانية.



Pump and Motor Running

4. تشغيل مضخة الفرامل:

عندما يتم فتح الصمام الخروج فإن السائل يعود الى علبة السائل مما يؤدي الى نقص في كمية السائل الواصلة الى الدواليب لذلك يجب إعادة تعبئة السائل في حين أن السائق لا يقوم بتكرار الدوس على الدواسة ليتم تعويض نقص السائل بواسطة تشغيل مضخة سائل الفرامل.



Traction Assist Operation

مساعدة قوة الجر (Traction Assist(TA) :

بالإضافة الى وجود نظام ال ABS فإنه يوجد نظام مساعدة الجر والسحب في معظم سيارات فورد وذلك لمنع دوران العجلات الزائد عن بعضها البعض أثناء التسارع المفاجئ.

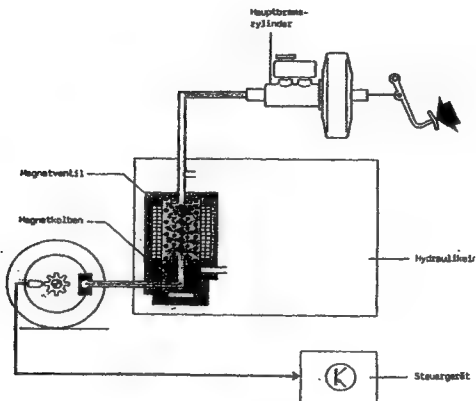
كيفية عمل نظام (TA):

- تستشعر وحدة التحكم الالكتروني أن عجل فقط تلامس مع الارض وبدأ بالدوران الزائد عن العجلات الأخرى وذلك في سرعة أقل من السرعة المبرمجة وتكون عادة أقل من 55 كم/ساعة.
- تقوم وحدة الكمبيوتر بإرسال إشارة الى وحدة التحكم الهيدروليكي لتقوم بقفص صمام الجر ليعزل العجل الدافع عن العجل المدفوع (المدير والمدار) في كل دائرة هيدروليكية.

- عندما يتم عزل العجلات المديرة عن العجلات المدارة، تقوم وحدة التحكم الهيدروليكية بتشغيل مضخة الفرامل لتضخ سائل إضافي إلى العجلات المديرة (عجلات الجر) ليرتفع ضغط الفرامل فيها.
- يتوقف عمل نظام الجر أوتوماتيكيا إذا تم استخدام الفرملة أثناء عمل نظام مساعدة الجر.
- إذا استمر استخدام نظام (TA) باستمرار في أرض منزلقة يتم إقفال نظام (TA) بواسطة وحدة التحكم الإلكتروني لحماية نظام الفرامل من الحرارة الزائدة.

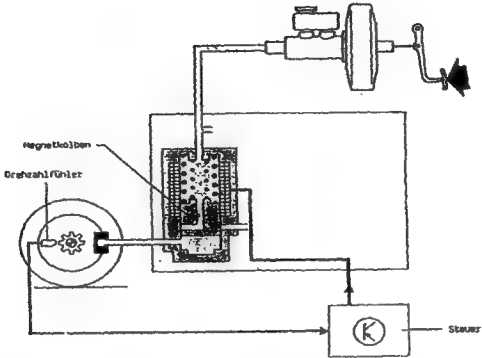
1. الفرملة العادية:

المكبس ضمن المجال المغناطيسي يكون مدفوعاً الى اسفل بضغط النابض (الزنبرك)، يسري سائل الفرملة ضمن ثقب في المكبس الذي يقابل ثقب يخص المضخة الفرعية، فتحدث اقصر فرملة.



جهاز التيار لا يرسل تيار (0) امبير.

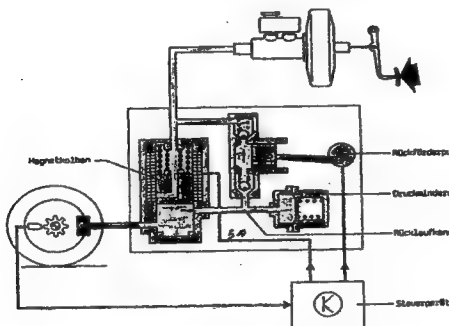
2. بداية مسك البريك:



في هذا الوضع يرسل جهاز التيار (2) أمبير فيتم سحب المكبس الى أعلى قليلاً حتى لا يرتفع ضغط الضرملة أكثر على الدواليب المسوكة، وحتى يتمكن من الدحرجة.

3. انخفاض الضغط:

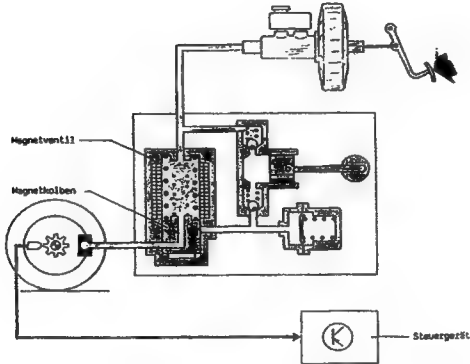
جهاز القيادة (المتحكم) يرسل إشارة (5) أمبير حتى يسحب المكبس الى أعلى مسافة حتى ينخفض الضغط الفرعلي الى (الصفير) على الدوالب المسوك وفي حالة رفع الضغط الفرعلي يبقى الدوالب ممسوكاً، فيرسل جهاز القيادة (5) أمبير ليتم سحب المكبس الى أعلى أكثر، ويهبط الضغط الفرعلي الى (الصفير)، ويتم مص ضغط الفرعلة بمنظم خاص ويرسل إشارة الى المتضخة لتعمل.



4. ارتفاع ضغط الفرعلة:

بعد انخفاض الضغط الفرعلي على الدوالب المسوك يصبح حراً حيث يقوم بالتدحرج مرة أخرى وبسرعة في نفس الوقت يعطي مجس السرعة (SENSOR) إشارة الى جهاز القيادة (STA) ثابت النبضات بسرعة، علماً أن الدوالب بدأ بالدوران عندما يقوم جهاز القيادة (STA) بقطع التيار الكهربائي عن المضخة.

جهاز القيادة لا يرسل أي تيار يعني هذا أمر بانعدام المغناطيسية في مقاومة الصمام الكهرومغناطيس فيقوم نابضها بدفع المكبس الى أسفل حيث يتم فتح المجرى الذي يوصل السائل الفرمللي الى المضخة الفرعية في الدوالب حتى نحصل على ضغط فرملي قوي ثابت على الدوالب. هذا يسمى (ارتفاع الضغط) وتتم عملية انخفاض وارتفاع الضغط الفرمللي على المضخة الفرعية للدوالب الواحد (4-10) مرات في الثانية. كما هو موضح في الصورة أدناه.



أسئلة الوحدة الثالثة عشر

السؤال الأول: عدد الأجزاء الرئيسية التي يتكون منها نظام الفرامل مانعة للقفز؟

السؤال الثاني: اشرح وظيفة كل من الأجزاء التالية في نظام فرامل ABS:

(أ) وحدة التحكم الالكترونية.

(ب) مجس السرعة.

(ج) وحدة الحماية.

السؤال الثالث: اذكر ميزات نظام الفرامل المانعة للقفز ABS؟

السؤال الرابع: ضع دائرة حول الإجابة الصحيحة:

(1) يقوم صمام تعديل الضغط في أنظمة الفرامل المانعة لللاقفال بـ:

(أ) تقليل الضغط على العمل مباشرة.

(ب) تقليل للزيت الفرامل.

(ج) منع زيت الفرامل من التأثير.

(د) ب + ج

(2) يعمل مجس السرعة في نظام الفرامل المانعة لللاقفال على:

(أ) حساب دوران العجل.

(ب) ارسال اشارة بالسرعة الى وحدة التحكم الالكترونية.

(ج) استقبال اشارة من وحدة التحكم الالكترونية.

(د) حساب دوران العجل وارسال اشارة الى وحدة التحكم الالكترونية.

(3) من اسباب التشويش في السيطرة المطلق:

- (أ) عدم الانتظام لسطح الطريق.
- (ب) عدم انتظام دائرة الاطار.
- (ج) الكبح طريق متجانس ثم الانتقال الى غير متجانس.
- (د) ككل ما ذكر صحيح.

المصادر والمراجع

المراجع العربية:

1. ميكانيك السيارات، التطورات التكنولوجية الحديثة، الجزء الأول. صباح مصطفى حسن، الطبعة الثانية، 1986.
2. محركات الاحتراق الداخلي، م. سفيان توفيق، الطبعة الاولى، 2008.

المراجع الأجنبية:

1. Automotive technology, A systems Approach, 4th Edidtion Jack Evjave 2005, by Thomson Delmar learning.
2. Automotive Mechanics by William H. crouse and Donald L. Angline, Tenth Edition, 1993.
3. MCG naw – Hill, Automotive Technology series, 1973.
4. Automotive Transmissions, by Howard F. Tucker, 1980.

حیات السیارات

هندسة السيارات

المهتدين

هشام محمد المحض

الاعتقاد

محمد نور الصبيح



Bibliotheca Alexandrina

1213428



9 789957 832216



مَكْتَبَةُ الْجَمْعِ الْعَرَبِيِّ لِلنَّشْرِ وَالتَّوْزِينِ

الرجاء الاتصال بـ: **مركز الدراسات والبحوث - مجمع البحوث الإسلامية - القاهرة**
هاتف: 02 2333 6651 - 02 2333 6652 - 02 2333 6653 - 02 2333 6654 - 02 2333 6655
فاكس: 02 2333 6656 - 02 2333 6657 - 02 2333 6658 - 02 2333 6659
البريد الإلكتروني: info@icr.edu.eg

www.mu-j-arabi-pub.com

E-mail: Moj_pub@hotmail.com